

Diplomarbeit

**Führt die postoperative Demonstration eines
intraoperativ aufgenommenen Videos zu einer
Verbesserung des Bewegungsausmaßes nach
Knie totalendoprothesen? Eine kontrollierte,
randomisierte Studie**

eingereicht von

Christoph Robin Listl

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der gesamten Heilkunde

(Dr. med. univ.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie

unter der Anleitung von

Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ.et scient.med. Patrick Sadoghi

&

Priv.-Doz. Dr. med. univ. et scient.med. Georg Hauer

Graz, am 01.12.2021

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 01.12.2021

Christoph Robin Listl eh

Danksagungen

Herzlichst möchte ich mich bei Herrn Assoz. Prof. Priv.-Doz. Dr.med.univ.et scient.med. Patrick Sadoghi bedanken, die Möglichkeit erhalten zu haben, diese Diplomarbeit an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am LKH Graz verfassen zu können. Ein besonderer Dank gilt an dieser Stelle auch Herrn Univ.-Prof. Dr. med. Andreas Leithner für seine Unterstützung.

Besonders möchte ich mich bei Herrn Priv.-Doz. Dr.med.univ. et scient.med. Georg Hauer für die große Hilfsbereitschaft, die Betreuung und die ausgezeichnete Unterstützung, während des gesamten Prozesses zur Verfassung meiner Diplomarbeit bedanken.

Des Weiteren gilt mein Dank all den Ärztinnen und Ärzten, die im Laufe dieser klinischen Studie unterstützend mitgewirkt haben und diese Studie ermöglicht haben.

Ein außerordentliches Danke gilt Rocco Botrugno für die durchgehende Unterstützung und Motivation, nicht nur während der Erstellung dieser Diplomarbeit, sondern des gesamten Studienverlaufs.

Zuletzt möchte ich mich bei Jasmin Shokoui und Marc-Phillipp Rogalski für ihre Unterstützung und Expertise bei der Korrektur dieser Arbeit bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Eidesstattliche Erklärung	i
Danksagungen	ii
Inhaltsverzeichnis	iii
Glossar und Abkürzungen	v
Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	vii
Zusammenfassung	viii
Abstract	x
1 Einleitung	1
1.1 Das Kniegelenk	1
1.1.1 Knochen	1
1.1.2 Menisci	2
1.1.3 Knorpel	3
1.1.4 Bänder	4
1.1.5 Muskel	5
1.1.6 Beinachse	6
1.2 Gonarthrose	7
1.2.1 Epidemiologie	8
1.2.2 Ätiologie	8
1.2.3 Pathogenese	10
1.2.4 Klassifikation	10
1.2.5 Klinik	12
1.2.6 Diagnostik	13
1.2.6.1 Anamnesegespräch	13
1.2.6.2 Klinische Untersuchung	13
1.2.6.3 Radiologische Untersuchung	16
1.2.6.4 Fortführende Untersuchungsmaßnahmen	16
1.3 Allgemeine Therapie der Gonarthrose	17
1.4 Konservative Therapie der Gonarthrose	17
1.4.1 Nicht - Medikamentöse Therapie	17
1.4.2 Medikamentöse Therapie	19
1.5 Operative Therapie	20
1.5.1 Gelenkerhaltende Therapie	20
1.5.2 Gelenksersetzende Therapie	21
1.5.3 Arthrodesen	22
1.6 Endoprothetik	22
1.6.1 Indikationen	22
1.6.2 Kontraindikationen	22
1.6.3 Prothesenarten	23
1.6.3.1 Unikompartimentelle Endoprothese	23
1.6.3.2 Bi-/trikompartimentelle Endoprothese (Totalendoprothesen)	24
1.6.3.3 Achsgeführte (gekoppelte) Endoprothesen	25
1.6.4 Operative Technik	26
1.6.4.1 Operativer Zugang	26
1.6.4.2 Knochenzurichtung	27
1.6.5 Nachbehandlung	29
1.6.6 Postoperative Komplikationen	30
1.6.7 Zufriedenheit der operativen Versorgung	31

2	Material und Methoden	32
2.1	Relevanz/ Zielsetzung	32
2.2	Studiendesign	32
2.2.1	Einschlusskriterien	33
2.2.2	Ausschlusskriterien	33
2.3	Rekrutierung der Patientinnen/Patienten	34
2.4	Ablauf der klinischen Studie	34
2.5	Intraoperative Video-Bewegungsaufnahme	35
2.6	Follow-Up	35
2.7	Knee Society Score	36
2.8	Statistische Auswertung	36
3	Ergebnisse – Resultate	38
3.1	Studienprobandinnen-/probandenkollektiv	38
3.2	Analyse des Bewegungsumfanges	40
3.2	Auswertung der prä-und postoperativen KSS	41
3.2.1	Kategorie: Symptome	41
3.2.2	Kategorie: Zufriedenheit	42
3.2.3	Kategorie: Erwartung	42
3.2.4	Kategorie: Funktionelle Aktivitäten	42
4	Diskussion	43
5	Schlussfolgerung	47
6	Literaturverzeichnis	48

Glossar und Abkürzungen

A. - Arteria

Art. – Articulatio

Ant. – Anterior

BMI – Body Mass Index

Inf. – Inferior

IQR – Interquartile ranges

KSS – Knee Society Score

KTEP - Knie totalendoprothese

L - Links

Lat. – Lateralis

Lig. – Ligamentum

nKSS – New Knee Society Score

NSAR – Nichtsteroidales Antirheumatikum

p.a. – Posterior anterior

Post. - Posterior

R – Rechts

ROM – Range of motion

SD – Standard deviation

VAS – Visuelle Analogskala

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: KNÖCHERNES KNIEGELENK (A) VENTRAL, (B) DORSAL, (C) LATERAL (9)	2
ABBILDUNG 2: SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DER EXTRAZELLULÄRMATRIX (13).....	4
ABBILDUNG 3: LIGAMENTÄRE STRUKTUREN DES KNIEGELENKES, (A) VENTRAL; (B) DORSAL (14).....	5
ABBILDUNG 5: (A) GENU VARUM; (B) GENU VALGUM; (C) GENU RECURVATUM (1).....	7
ABBILDUNG 6: (E) VORDERER SCHUBLADENTEST; (F) LACHMANN-TEST (35).....	15
ABBILDUNG 7: (A,B) VALGUSTRESSTEST; (C,D) VARUSSTRESSTEST (35)	15
ABBILDUNG 8: PROZENTUALE VERTEILUNG DER THERAPIESTRATEGIEN (40)	19
ABBILDUNG 9: PRÄOPERATIVE RÖNTGENAUFNAHME EINER ISOLIERTEN MEDIALE GONARTHROSE (L);.....	23
ABBILDUNG 10: PRÄOPERATIVE RÖNTGENAUFNAHME EINER PANGONARTHROSE (L), POSTOPERATIVE AUFNAHME EINER BIKONDYLÄREN KNIEENDOPROTHESE (R) (49).....	25
ABBILDUNG 11: HAUTINZISION (L), MEDIALER PARAPATELLARER ZUGANG (R) (2)	26
ABBILDUNG 12: AUSSCHNITT EINES BEISPIELSVIDEOS IN FLEXION UND EXTENSION	35
ABBILDUNG 13: REKRUTIERUNG DER PATIENTINNEN/PATIENTEN.....	38
ABBILDUNG 14: GESCHLECHTSSPEZIFISCHE VERTEILUNG.....	39

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: MUSKELN DES KNIEGELENKS (5), (15).....	6
TABELLE 2: RADIOLOGISCHE KLASSIFIKATION KELLGREN UND LAWRENCE (25).....	11
TABELLE 3: KLASSIFIKATION NACH OUTERBRIDGE; ICRS HYALINE CARTILAGE LESION CLASSIFICATION SYSTEM (25).....	12
TABELLE 4: VERGLEICH VON "FEMUR-FIRST" UND "TIBIA-FIRST"(47, 51).....	27
TABELLE 5: UNTERSCHIEDE DER DEMOGRAPHISCHEN DATEN ZWISCHEN DEN EINZELNEN GRUPPEN	39
TABELLE 6: UNTERTEILUNG IN DIE ASA-KLASSIFIKATION	40
TABELLE 7: ÜBERSICHT DER PRÄ-/POSTOPERATIVEN FLEXIONSWERTE	40
TABELLE 8: PRÄOPERATIVE KLINISCHE WERTE ALS MEDIAN MIT ANGABE DES INTERQUARTILSABSTANDS (IQR).....	41
TABELLE 9: POSTOPERATIVE KLINISCHE WERTE NACH 6 WOCHEN ALS MEDIAN MIT ANGABE DES INTERQUARTILSABSTANDS (IQR)	41

Zusammenfassung

Hintergrund: Das Kniegelenk ist eines der am stärksten belasteten Gelenke unseres Körpers und ist deshalb von degenerativen Prozessen besonders häufig betroffen. Die Arthrose des Kniegelenkes (Gonarthrose) stellt eines der häufigsten orthopädischen, degenerativen Krankheitsbilder dar.

Die Therapie dieser erzielt im klinischen Alltag bereits gute langfristige Ergebnisse, gerade die operative Versorgung mittels Knie totalendoprothese (KTEP) gilt heute als das Standardverfahren bei hochgradiger, symptomatischer Gonarthrose.

Um die Ergebnisse der operativen Versorgung weiter zu verbessern, wollten wir durch eine klinische Studie untersuchen, ob durch die Visualisierung des vollen Bewegungsumfanges (engl. „Range of Motion“ (ROM)) der implantierten KTEP, ein höheres Vertrauen der Patientinnen/Patienten gegenüber der Funktionalität und Stabilität des künstlichen Gelenkes erzeugt werden kann und dadurch in weitere Folge eine verbesserte Beweglichkeit dieser erreicht wird. Die Visualisierung der ROM erfolgte durch die postoperative Vorführung eines intraoperativ aufgenommenen Videos zur Veranschaulichung der Beweglichkeit der Prothese.

Methode: Im Rahmen dieser prospektiven, randomisierten, klinischen Studie wurden 73 Studienteilnehmerinnen/Studienteilnehmer in zwei gleichgroße, unterschiedliche Gruppen aufgeteilt (Interventionsgruppe/Kontrollgruppe). Im Rahmen der postoperativen Visiten bekamen die Probandinnen/Probanden der Interventionsgruppe ihre individuelle intraoperative Bewegungsaufnahme vorgeführt. Der Kontrollgruppe wurde ein solches Video nicht gezeigt. Um eine objektive Vergleichsmöglichkeit für beide Gruppen zu generieren, wurde sowohl präoperativ als auch nach einem Intervall von 6-Wochen postoperativ, der New Knee Society Score (KSS) (inklusive ROM) erhoben.

Ergebnisse: Der Vergleich der demographischen Werte der einzelnen Gruppen zeigte keine signifikanten Unterschiede. Die präoperativen Flexionswerte der Interventionsgruppe lagen bei $106,0^{\circ} \pm 13,4$ und postoperativ bei $103,4^{\circ} \pm 12,1$, während Werte von $99,4^{\circ} \pm 9,8$ (präoperativ) und $101,2^{\circ} \pm 9,0$ (postoperative) in der Kontrollgruppe erhoben wurden. Präoperativ zeigten die Probandinnen/Probanden der Interventionsgruppe eine höhere Zufriedenheit, während postoperativ die Kontrollgruppe in der Sparte „funktionelle Aktivitäten“ höhere erhobene Werte aufwies.

Diskussion: Im Rahmen der durchgeführten klinischen Studie konnte eine Verbesserung der postoperativen Beweglichkeit im neuen Kniegelenk, innerhalb der Interventionsgruppe,

kurz nach dem Eingriff noch nicht beobachtet werden. Im Vergleich zur präoperativen Beweglichkeit zeigten die Probandinnen/Probanden der Interventionsgruppe 6 Wochen postoperativ eine signifikant schlechtere Knieflexion. Im Hinblick auf die Entwicklung der prä-/postoperativen Werte des KSS, sowie die Veränderung der Flexionswerte beider Gruppen, lassen sich die von uns erhobenen Daten mit aktueller Literatur parallelisieren.

Abstract

Background: The knee joint is one of the most strained joints in our body and is therefore particularly often affected by degenerative processes. Osteoarthritis of the knee is one of the most common orthopedic and degenerative diseases, as it is the osteoarthritis with the highest prevalence of all. The therapy already achieves good long-term results in clinical routine. Especially the implantation of total knee arthroplasty has become one of the most successful options for treatment of high-grade, symptomatic osteoarthritis of the knee. In order to further improve the results of the surgical outcome, we conducted a clinical study to determine whether the visualization of the full range of motion (ROM) of the artificial knee can create a higher level of confidence in the functionality and stability in the endoprosthesis for our patients and subsequently increasing the mobility that can be achieved.

The visualization of the ROM should proceed by showing an intraoperatively recorded education video as part of the postoperative visit.

Methods: In our prospective and randomized clinical study, 73 study participants were divided in two different, equally sized, groups (intervention group/control group). During the postoperative visits, the participants of the intervention group were shown the intraoperative recorded education video. The participants chosen for the control group were not shown such a video. In order to generate an objective possibility to compare those two groups, the New Knee Society Score (KSS) (including the ROM) was recorded preoperatively and after an interval of 6 weeks postoperatively for both groups.

Results: The comparison of the demographic data of the two groups showed no significant differences. The preoperative flexion values of the intervention group were $106,0^{\circ} \pm 13,4$ and postoperatively $103,4^{\circ} \pm 12,1$, while values of $99,4^{\circ} \pm 9,8$ (preoperatively) and $101,2^{\circ} \pm 9,0$ (postoperatively) were recorded in the control group.

The subjects of the intervention group showed a higher level of satisfaction preoperatively, while the ones in the control group showed higher values in category “functional activities” postoperatively.

Discussion: As a result of our clinical study, an improvement in postoperative mobility in the new knee joint could not be observed within the intervention group. In comparison the subjects of the intervention group showed significantly worse knee flexion values 6 weeks postoperatively than the control group. In regard to the development of the pre-

/postoperative values of the KSS, as well as the change in the flexion range of both groups, the data we collected can be compared to with current literature.

1 Einleitung

1.1 Das Kniegelenk

Die Art. Genus gilt als das größte Gelenk des menschlichen Körpers und ist die bewegliche Verbindung zwischen Femur, Tibia und Patella. Grundsätzlich besteht die Aufgabe des Kniegelenks darin, „sowohl Mobilität als auch Stabilität zu gewährleisten“ (2, 3)

Das Kniegelenk selbst ist ein Gelenk, das sich aus mehreren verschiedenen Teilgelenken zusammensetzt. Grundsätzlich unterscheidet man das Femoropatellargelenk, in welchem die Gelenksflächen durch die Patella sowie die Facies patellaris des Femurs gebildet werden, von dem Femorotibialgelenk, welches die Verbindung von Femur und Tibia darstellt (4).

Funktionell handelt es sich bei dem Femorotibialgelenk um ein sogenanntes Trochoginglymus, ein Drehscharniergelenk (4). Dieses Gelenk ist sowohl für eine Flexions- und Extensionsbewegung, die in Form einer Roll-Gleit-Bewegung abläuft, zuständig, als auch für eine Rotationsbewegung (3).

1.1.1 Knochen

Das Kniegelenk als solches wird aus drei verschiedenen knöchernen Strukturen gebildet, dem distalen Femur, der proximalen Tibia und der Patella (4). Der femurale Anteil, bestehend aus dem medialen und lateralem Femurkondylus (Condylus medialis und lateralis femoris), sind „walzenförmig“ geformt, bikonvex und spiralig gekrümmt, wobei diese Krümmung von vorne nach hinten stärker ausfällt (4, 5).

Beide Femurkondylen sind durch die Fossa intercondylaris, in welcher die beiden Kreuzbänder (Lig. cruciatum anterius und posterius) liegen, nach dorsal und durch die Facies patellaris, die als Gleitrinne für die Patella dient, nach ventral abgegrenzt (4).

Den tibialen Anteil des Kniegelenkes bildet das proximale Ende der Tibia, gebildet aus einem lateralem und medialem Kondylus. Dessen obere Fläche, das sogenannte Tibiaplateau, besitzt sowohl medial als auch lateral eine „eiförmige“, mit Knorpel überzogene Gelenksfläche, die durch die Eminentia intercondylaris vollständig voneinander getrennt werden (2, 4). Ventral wird die Eminentia intercondylaris von der Area intercondylares anterior begrenzt, während dorsal die Area intercondylares posterior

angrenzt. Die Ansatzstellen für beide Kreuzbänder, sowie die der Meniski, sind an diesen beiden Grenzstrukturen zu finden (4).

Eine weitere wichtige knöchernende Struktur der Tibia stellt die Tuberositas tibiae dar. Diese dient als Ansatzstelle für das Lig. patellae, welches als Fortsetzung der Sehne des M. quadrizeps femoris von der Patella nach kaudal bis zur Tuberositas tibiae zieht (6).

Als dritte am Kniegelenk beteiligte knöcherne Struktur gilt die Patella. Die Kniescheibe, das größte Sesambein des menschlichen Körpers, ist eine wichtige Struktur des Kniegelenks, da sie in die Sehne des M. quadriceps femoris eingebaut ist und dadurch sowohl die Wirksamkeit der Sehne erhöht, als auch die Gelenksbelastung selbst verringert (2, 4). Die Patella selbst hat eine dreieckige Form, wobei die sogenannte Basis nach oben gerichtet ist, während der Apex nach kaudal zeigt (7). Die Rückseite der Patella artikuliert mit ihren beiden überknorpelten Facetten mit der am Femur gelegenen „Gleitrinne“ (Facies patellaris) und bildet so das Femoropatellargelenk (4).

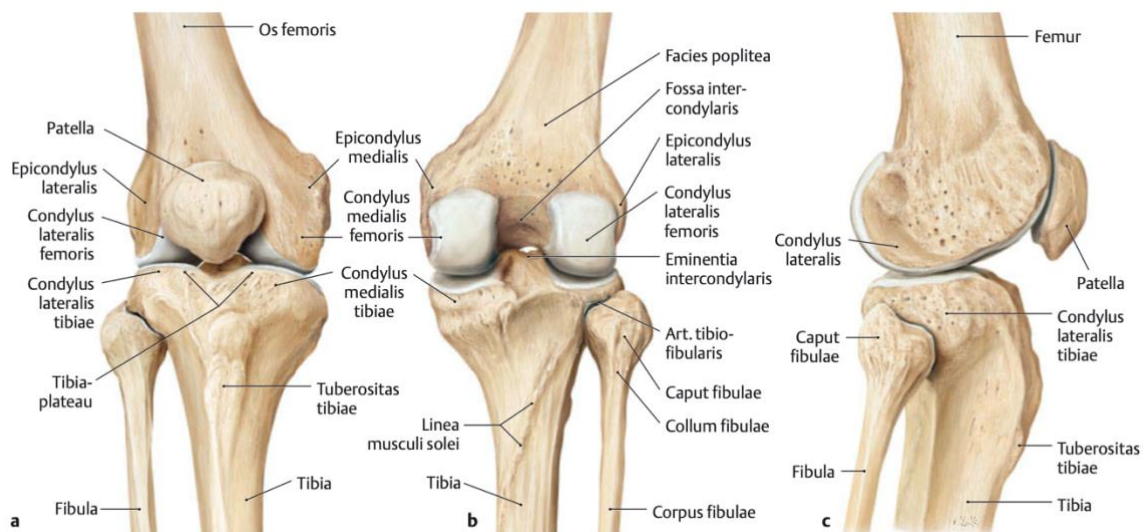


Abbildung 1: Knöchernes Kniegelenk (a) ventral, (b) dorsal, (c) lateral (8)

1.1.2 Menisci

Die einzelnen Krümmungsradien der femuralen, gelenksbildenden Kondylen und der entsprechenden tibialen Gelenksflächen sind nicht identisch, wodurch die Gelenksflächen zueinander inkongruent sind (3). Diese Inkongruenz und die daraus resultierenden, relativ kleinen Kontaktflächen zwischen den beiden Gelenkspartnern werden durch die beiden Menisci versucht auszugleichen (4).

Die Mensici bestehen aus Faserknorpel, liegen zwischen den beiden Komponenten des Femorotibialgelenks, haben ihre größte Breite an der sog. „Meniskusbasis“ nach außen verlaufend und verteilen, durch die Bildung einer passenden Gelenkspfanne, den auf die Tibia wirkenden Druck gleichmäßig (4). Des Weiteren sorgen die Mensici für eine stoßdämpfende Wirkung, für eine Erhöhung der Stabilität im Kniegelenk und im Zusammenspiel mit dem Bandapparat und Muskeln des Gelenkes kommt es zu einer unterstützenden Wirkung für die Führung der Femurkondylen (3). Zudem ist anzumerken, dass bei allen Bewegungen des Kniegelenkes die Menisci ebenfalls eine Bewegung erfahren (2).

Die beiden Menisci sind mit ihren jeweiligen Enden an der Area intercondylaris anterior (Vorderhorn) und der Area intercondylaris posterior (Hinterhorn) der Tibia befestigt und stehen in der Peripherie mit der Gelenkscapsel in Kontakt (4).

Der mediale Meniskus entspricht einer „halbmondförmigen“ Form und ist mit dem tibialen Kollateralband (Lig. collaterale tibiale) verbunden. Durch seine erhöhte Verankerung im Kniegelenk vermindert dies den möglichen Bewegungsumfang des Meniskus und erhöht zusätzlich die Belastung bei verschiedenen Bewegungen. So ist der mediale Meniskus bei einer durchgeführten Außenrotation des Unterschenkels am stärksten belastet (6).

Der laterale Meniskus ist im Vergleich dazu eher von einer „kreisförmigen“ Gestalt und die Ansatzstellen an Hinter- und Vorderhorn liegen daher näher zusammen. Da der laterale Meniskus keine Verbindung zum fibulären Kollateralband (Lig. collaterale fibulare) eingeht, ermöglicht dies einen größeren Bewegungsumfang, was ihn bei Belastung weniger verletzungsanfällig macht (6).

Beide Menisci stehen außerdem über das Lig. transversum genus mit ihren jeweiligen Vorderhörnern in Kontakt (4).

1.1.3 Knorpel

Im Gegensatz zu den, aus Faserknorpel bestehenden Minisci, wird die Gelenksoberfläche des Kniegelenkes von hyalinem Knorpel überzogen, dessen Matrix durch das überwiegende Vorkommen von Kollagen Typ II gekennzeichnet ist (9). Der hyaline Knorpel setzt sich aus kleinen basophilen Knorpelzellen, bestehend aus den sogenannten Chondroblasten und Chondrozyten, welche in kleinen Gruppen vorliegen, und der Interzellulärsubstanz zusammen (10). Die Extrazellulärmatrix besteht zum Großteil aus dünnen Kollagenfibrillen des Typs II. Diese sind gleichmäßig in der Matrix verteilt und

aus Proteoglykanen, welche mit der Unterstützung von Hyaluran (HA) riesige Aggregate bilden und damit große Mengen an Wasser anzuziehen vermögen (9, 11). Die Funktion des Knorpelüberzugs am Gelenk liegt, durch die Druckelastizität hervorgerufen, in einer stoßdämpfenden Wirkung und in einer Verbesserung der Gleitfähigkeit (9, 10). Da sich der Knorpel unter einer axialer Belastung verformt, vergrößert er die Kontaktflächen der beiden Gelenkspartner zusätzlich und wirkt somit, wie der Meniskus auch, der Inkongruenz beider Gelenksflächen entgegen (3).

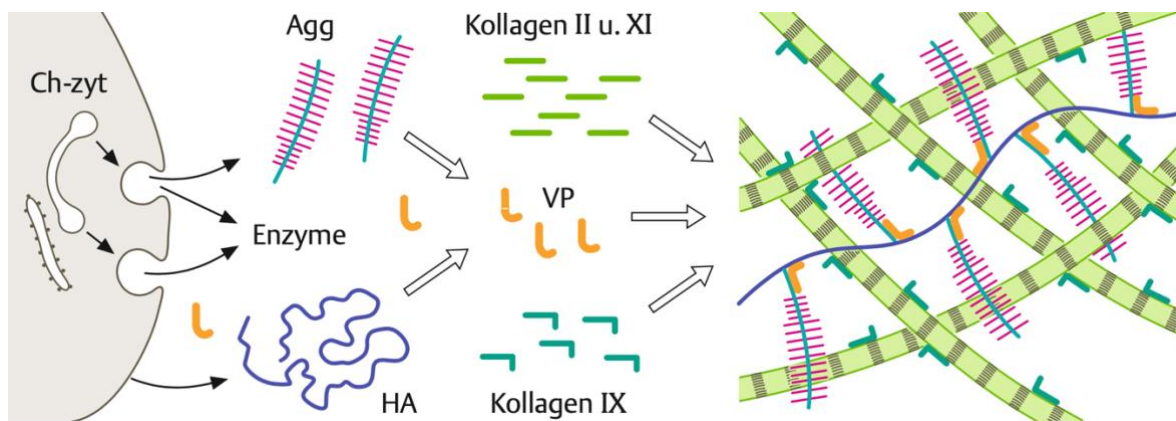


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Extrazellulärmatrix (12)

1.1.4 Bänder

Der Bandapparat des Kniegelenks kann in mehrere verschiedene Teilbereiche untergliedert werden.

Hierzu gehören zum einen die ventralen Bänder, welche von der Sehne des M. quadrizeps femoris proximal der Patella gebildet wird und dessen Fortsetzung distal der Patella als Lig. patellae zur Tuberositas tibiae zieht (4).

Der dorsale Teil des Bandapparats wird durch sehr starke Bandstrukturen gebildet und wirkt so zum einen einer Überstreckung des Kniegelenkes entgegen, zum anderen wird dadurch auch die Seitenstabilität unterstützt (2).

Als Teil des sogenannten Binnenbandapparats bilden die beiden extrasynovial liegenden Kreuzbändern (Lig. cruciatum anterius et posterius) den zentralen Bandkomplex (2).

Dieser Komplex stabilisiert das Gelenk in Sagittal-, Frontal und Horizontalebene und verhindert das Tibia und Femur gegeneinander verschoben werden können (5).

Die beiden Kollateralbänder (Lig. collaterale tibiale (Innenband) und Lig. collaterale fibulare (Außenband) gelten als Führungsbänder für eine Flexions- und

Extensionsbewegung und verhindern das mediale bzw. laterale Aufklappen des Gelenkes bei Valgus-/Varusstress (4, 6).

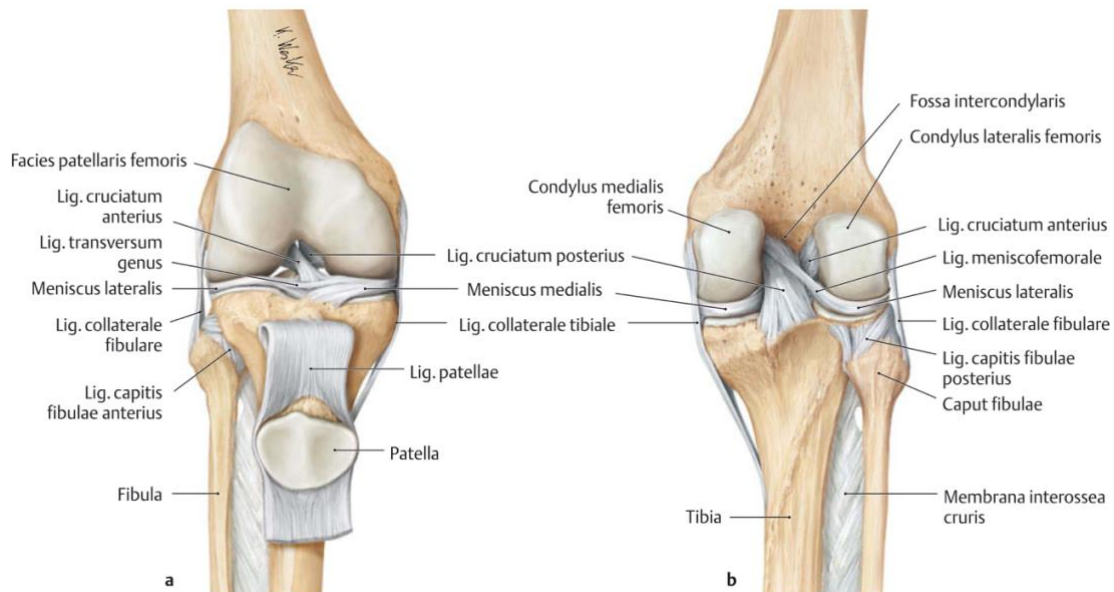


Abbildung 3: Ligamentäre Strukturen des Kniegelenkes, (a) ventral; (b) dorsal (13)

1.1.5 Muskel

Das Kniegelenk selbst wird abseits seines stark ausgeprägten Bandsystems auch muskulär, durch verschiedene Flexoren und Extensoren sowohl gesichert als auch bewegt (4).

Während die Extensoren des Kniegelenkes von den verschiedenen Muskelanteilen des M. quadriceps femoris gebildet werden, bestehen die Flexoren, welche zusätzlich für die Rotation im Kniegelenk zuständig sind, aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Muskeln. Die wichtigsten davon lassen sich der ischiokrualen Gruppe oder dem Pes anserinus superficialis zuordnen (3).

Muskel	Ursprung	Ansatz	Funktion im Kniegelenk
Extensoren			
M. quadriceps femoris			Extension
M. rectus femoris	Spina iliaca ant. inf.	Tuberositas tibiae	
M. vastus medialis	Linea aspera, Labium med.	Tuberositas tibiae (über Lig. patellae), über Retinaculum patellae mediale & laterale beidseits am Tibiacondylus (M. vastus lat./med.)	
M. vastus lateralis	Linea aspera, Labium lat., Femur lat.		
M. vastus intermedius	Femurschaft		

Flexoren			
M. sartorius	Spina iliaca ant. sup.	Facies medialis der Tibia („Pes anserinus superficialis“)	Flexion, Innenrotation
M. gracilis	Ramus inf. Os pubis		
M. semitendinosus	Tuber ischiadicum	Medialer Tibiakondylus	
M. semimembranosus			
M. biceps femoris	Tuber ischiadicum (Caput longum); Linea aspera, lat. (Caput breve)	Tibiakondylus lat., Fibulaköpfchen	Flexion, Außenrotation
M. tensor faciae latae	Spina iliaca ant. sup.	Tibiakondylus lat.	Außenrotation
M. popliteus	Lat. Femurkondylus	Facies post. Tibia	Innenrotation, Flexion
M. gastrocnemicus	Femurkondylen (dorsal; lateral)	Tuber calcanei	Flexion

Tabelle 1: Muskeln des Kniegelenks (4), (14)

1.1.6 Beinachse

Die Kenntnis der physiologischen Achsen des Kniegelenks stellt das Fundament für jede Restauration des knöchernen Gelenkes dar. Hierbei wird die anatomische von der mechanischen Längsachse getrennt (15). Während der tibiale Anteil der beiden Längsachsen parallel zueinander laufen und sich nahezu entsprechen, läuft die anatomische Achse in der jeweiligen diaphysären Schaftmitte des Femurs und der Tibia. Hierbei bildet sich physiologischer Weise (durch die ausladende Form des Femurhalses) ein nach lateral offener tibiofemuraler Winkel von 170-175° (physiologische Valgusstellung) (3, 15). Die mechanische Längsachse hingegen führt über die Mitte des Hüftgelenkes (Zentrum des Femurkopfes) bis zum Zentrum des Kniegelenkes (meist ist dieser Schnittpunkt des Zentrums leicht medial versetzt) und von hier aus weiter zur Sprunggelenksmitte (3).

Es existieren einige pathologische Abweichungen dieser physiologischen Beinachse. Diese Abweichungen treten am häufigsten in der Frontalebene auf und haben eine hohe klinische Relevanz, da meist keine gleichmäßige Lastverteilung im Gelenk stattfinden kann. Da Achsendeviationen mit Auswirkungen wie Knorpelschäden einhergehen gelten diese als präarthrotische Deformitäten (16).

Es gibt zwei unterschiedliche Arten für eine Achsenabweichungsbestimmung, zum einen die Messung des diaphysären Achsenwinkels, zum anderen die Kniegelenksverlagerung nach medial/lateral (3). Nun können mehrere Formen der Achsenabweichung bestimmt werden:

Liegt der diaphysäre Achsenwinkel unter 170° und die mechanische Achse liegt lateral des Kniegelenkes handelt es sich um eine Valgusdeformität (Genu valgum), überschreitet hingegen der Achsenwinkel einen Wert über 170° und die mechanische Achse ist nach medial hin verlagert, bezeichnet dies eine Varusdeformität (Genu varum) (3).

Während es sich bei Genu valgum/varum um Achsenfehlbildungen in der Frontalebene handelt, liegt das Problem bei dem Genu recurvatum in der Sagittalebene. Hierbei ist das Kniegelenk überstreckt und die mechanische Achse liegt vor dem Gelenk (3, 16).

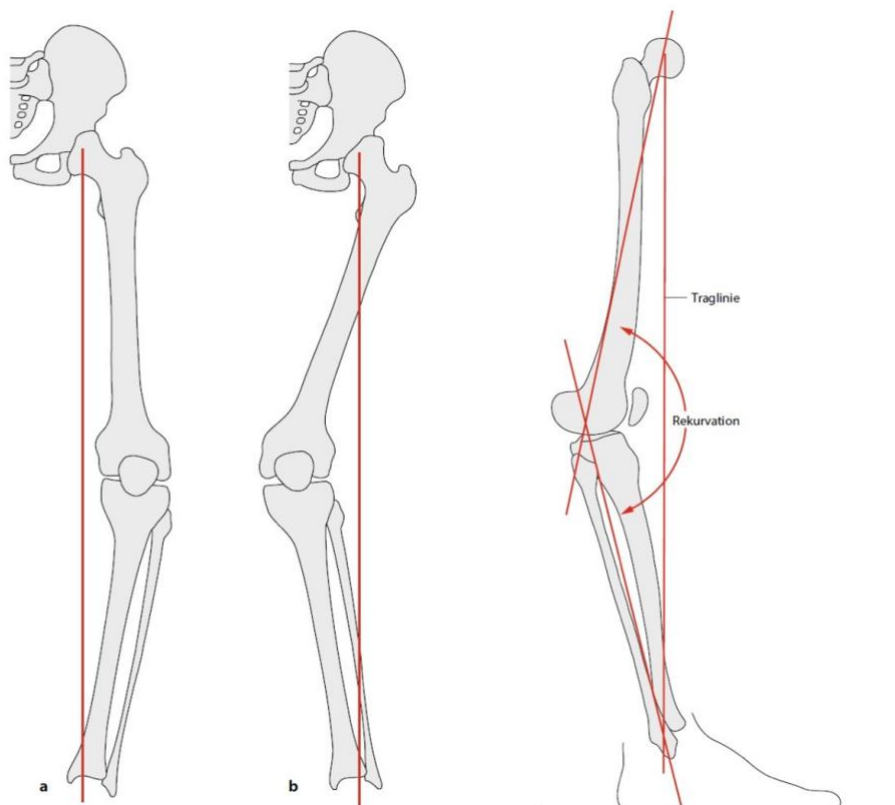


Abbildung 4: (a) Genu varum; (b) Genu valgum; (c) Genu recurvatum (17)

1.2 Gonarthrose

Der Begriff der Arthrose bezeichnet eine „nicht entzündliche, Erkrankung des Gelenksknorpel“, allerdings beschränkt sich diese Erkrankung nur im Frühstadium auf den Gelenksknorpel, während sie in späteren Stadien auch auf andere Gelenksstrukturen wie Knochen, Band- und Kapselapparat übergreift. Bezeichnend für die Arthrose ist ihr

progredienter Krankheitsverlauf. Sie stellt somit eine chronisch fortschreitende Erkrankung dar (18).

Der Verschleiß und die lokale Abnutzung des Kniegelenksknorpels wird als Gonarthrose beschrieben (19). Diese Degeneration des Kniegelenksknorpels kann häufig nochmals, nach dem vorwiegenden Befall einzelner Kniegelenksanteile, unterteilt werden in (20):

1. **Unikompartimentelle patellofemorale Arthrose** (Retropatellaarthrose)
2. **unikompartimentelle femorotibiale Arthrose** (hierbei kann es sich sowohl um eine mediale als auch eine laterale Gonarthrose handeln)
3. **bikompartimentelle femorotibiale Arthrose**
4. **Pangonarthrose** (trikompartimentelle Arthrose zwischen Tibia, Femur und Patella)

Bezieht man ebenfalls die Knieachse und den überwiegenden Anteil des betroffenen tibiofemorale Gelenkanteil mit in die Definition ein, so kann des Weiteren eine Varusgonarthrose und Valgusgonarthrose beschrieben werden (20).

1.2.1 Epidemiologie

Eine Arthrose kann jegliche Gelenke des Körpers befallen. Allerdings handelt es sich bei der Gonarthrose, um die Arthrose mit der höchsten Prävalenz, es zeigt sich das die Erkrankung mit zunehmenden Alter (ab 60 Jahren) und speziell bei Frauen gehäuft auftritt (21, 22). So zeigt sich eine radiologische Prävalenz bei Frauen, ab einem Alter von über 80 Jahren, von 55%, während die radiologische Prävalenz bei gleichaltrigen Männern bei 33% deutlich niedriger liegt (19, 22). Insgesamt lässt sich sagen, dass die Gonarthrose eine symptomatische Prävalenz von etwa 10% (bei >70 Jahren) hat, während die Inzidenz in dieser Altersgruppe bei 1%/Jahr liegt (22).

1.2.2 Ätiologie

Während die Erkrankung der Arthrose lange Zeit als ein rein degeneratives Geschehen gesehen wurde, gilt die Arthrose heute als ein sehr komplexer und dynamischer Erkrankungsprozess, in dem sowohl destruktive als auch reparierende Einflüsse eine zentrale Rolle spielen. Das relative Überwiegen dieser destruktiven Einflüsse entscheidet über das Ausbilden einer symptomatischen Arthrose (20, 21)

Grundsätzlich lässt sich die Gonarthrose, aufgrund ihrer Ätiologie in zwei unterschiedlichen Gruppen einteilen (19):

- Primäre (idiopathische) Arthrose
- Sekundäre Arthrose

Während der idiopathischen Arthrose keine bekannte Ursache zuzuordnen ist, liegen der sekundären Arthrose häufig einige Risikofaktoren oder ein sekundäres Krankheitsgeschehen (fassbare Gelenksverletzung, systemische Erkrankung) zugrunde (23).

Diese verschiedenen Risikofaktoren lassen sich einteilen in (19):

- **Mechanische Faktoren**
 - extraartikuläre Faktoren (Achsabweichungen, knöchernen Dysplasien etc.)
 - intraartikuläre Faktoren (Meniskusläsionen, posttraumatische Veränderungen etc.)
- **Entzündliche Faktoren** (u.a. rheumatoide Arthritis)
- **Metabolische Faktoren** (Hyperurikämie, Chondrokalzinose)
- **Sonstige Faktoren**
 - Kollagenosen
 - Medikamenteninduziert (nach Chemotherapie)
 - Gerinnungsstörungen (Hämophilie)
 - Neurologische Erkrankungen (neurogene Osteoarthrose)

Auch wenn sich für die sekundäre Arthrose einige Risikofaktoren definieren lassen, ist die Arthrose eine multifaktorielle und progrediente Erkrankung (21). „Bekannt und unbekannt Ursachen führen zum initialen Knorpelschaden, aber der weitere Verlauf hängt von genetischen, konstitutionellen, metabolischen, endokrinen und mechanischen Faktoren ab“ (21).

1.2.3 Pathogenese

Grundsätzlich lässt sich vereinfacht sagen, dass dem degenerativen Gelenksverschleiß ein „Missverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit des hyalinen Gelenkknorpels“ zugrunde liegt (18). Der Stoffwechsel der Chondrozyten und ihrer Matrix kann aufgrund von verschiedenen endogenen und/oder exogenen Noxen behindert werden, wodurch es zu einer Zerstörung der Knorpelmatrix kommt. Als solche Noxen könnten unter anderen etwa Alter, Geschlecht, Hormone und Zytokine aufgeführt werden (18). Das notwendige Gleichgewicht aus anabolen Faktoren, die für die Knorpelregeneration wichtig sind (Insulin growth factors, PDGF) und für den Knorpelabbau zuständigen katabolen Faktoren (Zytokine z.B. Interleukin 1(IL-1) und TNF- α) geraten aus dem Gleichgewicht und können in weiterer Folge, über den Abbau an Kollagen Typ II und der daraufhin folgenden Synthese knorpeluntypischen Komponenten, zu einer geringeren Belastbarkeit des Knorpelgewebes und zum makroskopischen Knorpelschaden führen (18, 21).

Des Weiteren zählen Gelenksinkongruenz oder eine bestehende Gelenkinstabilität zu den sogenannten präarthrotischen Veränderungen im Gelenk und sind bei der Entstehung einer folgenden Arthrose von Bedeutung, da bereits alltägliche Belastungen die Belastbarkeit der Gelenksflächen ausreizen (18).

Für die Pathogenese der unilateralen Gonarthrose spielen außerdem Achsenfehlstellungen eine entscheidende Rolle. So verstärkt eine Varus-/Valgusdeformität die Belastung des jeweiligen medialen/lateralen Gelenksteils und der Verschleiß des teilnehmenden Gelenksteil ist erhöht. Dies führt in weiterer Folge zu einer Zunahme der eigentlichen Fehlstellung und zur Bildung eines Circulus vitiosus (22, 24).

1.2.4 Klassifikation

Es existieren unterschiedliche Methoden um eine Arthrose zu klassifizieren, während Schnittbildverfahren wie Computertomographie (CT) bzw. Magnetresonanztomographie (MRT) in erster Linie in Einzelfällen als ergänzende Klassifikations-/Untersuchungsmethoden dienen (etwa zur genaueren Beurteilung nicht ossärer Strukturen), greift man zur Klassifikation primär zur konventionellen Röntgenuntersuchung (21).

International kommt hier vor allem die radiologische Klassifikation nach Kellgren und Lawrence aus dem Jahre 1957 zur Anwendung. Des Weiteren existieren parallel noch einige weitere radiologische Klassifikationen, so findet sich etwa im deutschsprachigen Raum ebenfalls häufiger die Klassifikation von Jäger und Wirth (25).

Grad	Klassifikation	Merkmale
I	Fragliche Arthrose	<ul style="list-style-type: none"> - Leichte subchondrale Sklerosierung - Keine Osteophyten - Kein reduzierter Gelenksspalt
II	Geringe Arthrose	<ul style="list-style-type: none"> - Beginnende Osteophytenbildung - Leicht reduzierter Gelenksspalt
III	Mäßige Arthrose	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgeprägte Osteophytenbildung - Moderate Gelenksspaltverminderung - Unebene Gelenksfläche
IV	Schwere Arthrose	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgeprägte Gelenksspaltverschmälerung - Deformierte Gelenkspartner

Tabelle 2: Radiologische Klassifikation Kellgren und Lawrence (25)

Eine makroskopische Einteilung der Knorpelschäden findet sich in der Einteilung nach Outerbridge von 1961, alternativ in dessen Erweiterung aus dem Jahre 2003 dem „ICRS Hyaline Cartilage Lesion Classification System“, welches als internationaler Standard gilt (24, 25).

Grad nach Outerbridge	Grad nach ICRS	ICRS- Merkmale
	0	- Keine detektierbaren Defekte
1	1a	- Fibrillationen und/oder schwache Erweichung bei intakter Oberfläche
	1b	- Zusätzliche oberflächliche Risse/Fissuren
2	2	- Abnormaler Knorpel (Läsionstiefe <50% des Knorpels)
3	3a	- >50% des Knorpels, nicht bis zur kalzifizierenden Schicht
	3b	- >50% des Knorpels, bis zur kalzifizierten Schicht
	3c	- >50% des Knorpels, bis zur subchondralen Platte
	3d	- >50% des Knorpels + Blasenbildung

4	4 a/b	- Vollständige Läsion mit Durchbruch der subchondralen Platte
----------	--------------	--

Tabelle 3: Klassifikation nach Outerbridge; ICRS Hyaline Cartilage Lesion Classification System (25)

1.2.5 Klinik

Im Vordergrund der klinischen Symptomatik der Gonarthrose steht meist der Knieschmerz (26). Dieses Leitsymptom tritt anfangs in Form belastungsabhängigen Schmerzen auf und verstärkt sich im Verlauf des Tages (27). Kurz nach dem Aufstehen in der Früh oder auch nach längeren Ruhepausen kommt es hierbei typischerweise zu Anfangsschmerzen sogenannte „Anlaufschmerzen“ (28). Des Weiteren treten diese „arthrotischen Reizzustände“, welche durch starke bewegungsabhängige Schmerzen imponieren, intervallweise auf (28).

Ein bestehender Ruhe- oder Nachtschmerz weist bereits auf ein fortgeschrittenes Stadium der Erkrankung hin (26).

Im weiteren Verlauf der Erkrankung kommt es sowohl zu einer Bewegungseinschränkung als auch zur Deformation des Gelenkes (29). Auch die Bildung eines Reizergusses mit einer darauffolgender Schonhaltung des Gelenkes, welche bis zu einer Atrophie des M. quadriceps femoris führen kann, ist möglich (22).

Bei Vorherrschen einer unilateralen Gonarthrose (Varus-/Valgusgonarthrose) tritt meist das Vorliegen einer Achsenfehlstellung in den Vordergrund, zudem lokalisiert sich der Schmerz hierbei eher im betroffenen Teil des Gelenkes (24, 27).

Wie schnell der Krankheitsverlauf der Gonarthrose voranschreitet hängt von vielen unterschiedlichen und individuellen Faktoren ab. Risikofaktoren für die zukünftige Entwicklung des Schmerzes und des funktionellen Status lassen sich in einem höheren BMI, höherem Alter oder frühe und hohe Schmerzintensität finden. Während eine erhöhte Muskelkraft, ein guter mentaler Status, sowie eine ausgeprägte soziale Unterstützung als protektive Faktoren gelten (30).

1.2.6 Diagnostik

Die Diagnostik der Gonarthrose umfasst mehrere Teilbereiche. Hierzu zählt sowohl eine ausführliche Anamnese, die klinische Untersuchung der/des Patientin/Patienten, als auch die radiologische Bildgebung (31).

1.2.6.1 Anamnesegespräch

Das Anamnesegespräch ist ein wichtiges Instrument der Diagnostik. Dieses sollte aus Gründen der Reproduzierbarkeit mit Hilfe einer standardisierten Vorlage durchgeführt werden (31).

Hierbei liegt der Schwerpunkt beim Erfassen einer Beschwerdeanamnese, bezüglich der klinischen Symptome (siehe Kapitel 1.2.6 Klinik). Fragen, die den Beginn der Beschwerden, die Dauer und Intervallhäufigkeit, die Schmerzintensität und Lokalisation, sowie die Ausstrahlung dieser thematisieren, sind hierbei ein wichtiger Bestandteil (31). Zusätzlich wird die medizinische Vorgeschichte der Patientinnen/Patienten im Hinblick auf bereits durchgeführte Vorbehandlungen erfasst, die berufliche Belastung erfragt, auch der individuelle sportliche Anspruch der Patientinnen/Patienten ist hierbei von Belang (32).

1.2.6.2 Klinische Untersuchung

Die Inspektion des Kniegelenkes, welche im Stehen erfolgen sollte, steht am Anfang jeder klinischen Untersuchung. Hierbei können bereits erste Ansatzpunkte auf das Vorliegen und das Ausmaß einer Erkrankung gefunden werden (32).

So ist es sowohl möglich bereits beim Eintritt der/des Patientin/Patienten, dessen Gangbild und etwaige Gehhilfen zu beurteilen, als auch beim Entkleiden der/des Patientin/Patienten relevante Einschränkungen in der Bewegung zu erkennen (31).

Im Rahmen der Inspektion sollte eine Beurteilung der Beinachse hinsichtlich des Vorliegens eines Genus varum/valgum erfolgen. Eine Beugekontraktur (Genu flexum), eine pathologische Überstreckbarkeit (Genu recurvatum) oder eine Beinlängendifferenz kann ebenfalls vorliegen (31-33).

Des Weiteren sollte eine bestehende Quadrizpesatrophie, eine Gelenksschwellung, etwaige Hautveränderungen und Narben dokumentiert werden (31).

Anschließend erfolgt die Palpation des Kniegelenks, diese sollte im Liegen durchgeführt werden und ermöglicht einzelne erkrankte Gelenksstrukturen zu erkennen (32).

Hierbei sollte auf eine Erwärmung des Gelenks, einen Druckschmerz am Gelenkspalt, einen Gelenkserguss (möglicher Hinweis auf eine aktuelle Entzündung) und als Folge dessen auf eine „tanzende Patella“ geachtet werden (31, 33).

Ist die Patella beim Anpressen und Verschieben zusätzlich schmerzhaft, kann dies auf einen retropatellaren Knorpelschaden hinweisen. Dies wird durch die Fixierung der Patella durch den Untersucher bei gleichzeitigem Zug nach distal überprüft. Wird hierbei durch die Anspannung der Oberschenkelmuskulatur ein Schmerz ausgelöst, ist der sogenannte Zohlen-Test positiv und ein Knorpelschaden im Patellofemoralgelenk wahrscheinlich (27, 34).

Um zusätzlich eine Poplitealzyste (Baker-Zyste) zu erkennen, sollte ebenfalls die Kniekehle palpirt werden (27).

Zur Vervollständigung der Palpation des Kniegelenkes sollte ein Gefäßstatus der unteren Extremität (A. femoralis, A. poplitea, A. tibialis dorsalis und A. dorsalis pedis) und eine orientierende, neurologische Untersuchung erhoben werden, inklusive Sensibilität und Muskeleigenreflexe (Patellasehnenreflex, Tibialis-posterior-Reflex, Achillessehnenreflex) (32).

Im Anschluss an Inspektion und Palpation folgt die funktionelle Untersuchung. Hierbei wird das Bewegungsausmaß (nach der Neutral-Null-Methode) und die Stabilität des Kniegelenkes beurteilt (31). Physiologische Werte des Bewegungsumfanges des Kniegelenkes liegen bei einer Flexion von etwa 150°, während eine Extension von etwa 0° (bis zu 5-10°) erreicht werden kann (4). Häufig zeigt sich im Ausmaß der Flexion eine Einschränkung von 10°- 70°, während die Extension wesentlich seltener stark eingeschränkt ist (meist etwa 5° - 20° Defizit) (27).

Die Stabilität des Kniegelenkes wird in mehreren Ebenen überprüft und beurteilt. Die anteriore Stabilität wird durch den „Lachmann-Test“ oder die „vordere Schublade“ überprüft und damit auch die Funktionsfähigkeit des vorderen Kreuzbandes,

währenddessen wird die posteriore Stabilität (und damit das hintere Kreuzband) durch die „hintere Schublade“ getestet (31, 34).

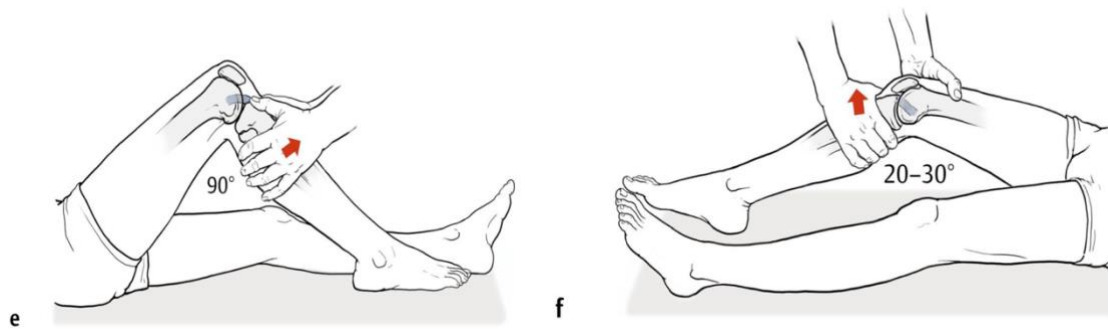


Abbildung 5: (e) vorderer Schubladentest; (f) Lachmann-Test (35)

Durch Ausüben eines Valgus-/Varusstress wird die Aufklappbarkeit des Kniegelenks nach lateral/medial hin inspiziert (32).

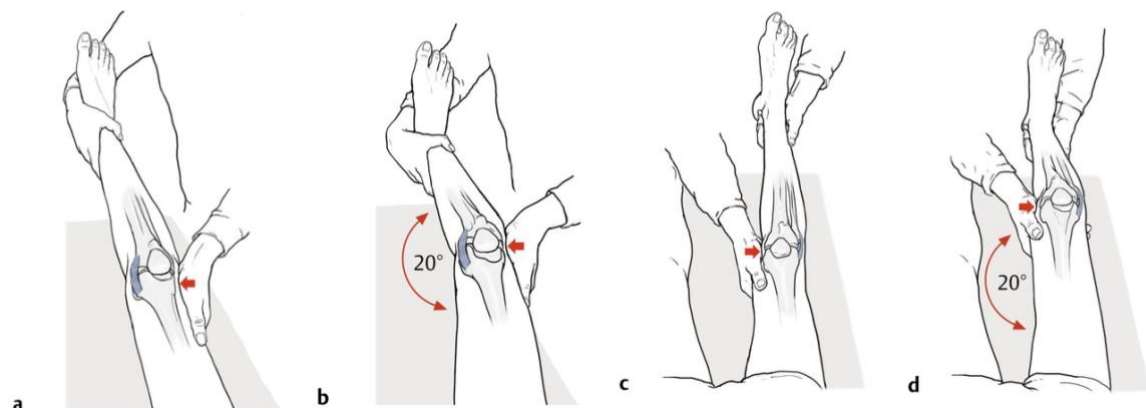


Abbildung 6: (a,b) Valgustresstest; (c,d) Varusstresstest (35)

Da auch die Menisken im Rahmen der Arthrose häufig in Mitleidenschaft gezogen werden und mit Fortschreiten der Erkrankung ebenfalls verschleßen, fallen die Meniskuszeichen (u.a. Payr-Test) häufig positiv aus (27, 32). Eine weitere Erklärung dafür wäre, dass eine Meniskusläsion durch einen schmerzempfindlichen Gelenksknorpel vorgetäuscht wird (27).

Im Rahmen der funktionellen Untersuchung sollte auch eine ergänzende Untersuchung der Wirbelsäule und des Hüftgelenkes erfolgen, da Schmerzen im Kniegelenk auch durch degenerative Veränderungen an der Lendenwirbelsäule oder durch eine Coxarthrose ausgelöst werden können (32).

1.2.6.3 Radiologische Untersuchung

Der Goldstandard zur Diagnosestellung der Arthrose ist die klassische Röntgenuntersuchung. Hierbei wird das Knie, aus zwei senkrecht zueinander stehenden Ebenen (p.a. Aufnahme und Knie seitlich) untersucht. Dies ist essenziell für die Diagnose und den weiteren therapeutischen Verlauf. Häufig werden zusätzlich noch weitere Röntgenbilder erstellt, etwa eine tangentielle Aufnahme der Patella oder eine Ganzbeinstandaufnahme (18, 31).

Typische Arthrosezeichen im Röntgenbild sind (18):

- **Gelenkspaltverschmälerung** (verursacht durch die Abnahme der Knorpeldicke)
- **Subchondrale Sklerosierung** (durch Überbelastung des Gelenkes und erhöhter Kalksalzeinlagerungen)
- **Osteophytenbildung**
- **Geröllzysten** (subchondrale Zysten)

Zusätzliche Hinweise auf ein arthrotisches Geschehen sind Veränderungen der Gelenksgeometrie, Achsabweichungen, Inkongruenz der beteiligten Gelenkskomponenten und eine Veränderung des Kalksalzmineralgehaltes (18).

1.2.6.4 Fortführende Untersuchungsmaßnahmen

Weiterführende Untersuchungsverfahren, wie Schnittbildverfahren (CT, MRT) sind primär nicht indiziert, können aber zur genaueren Beurteilung, Klärung spezifischer Fragestellungen oder zur Erstellung von dreidimensionalen Abbildungen ergänzend durchgeführt werden (19, 21). So kann durch eine MRT-Untersuchung, zusätzlich zum Knorpelschadennachweis, eine Begutachtung der Minisci und der Kreuzbänder erfolgen, während in der Sonographie eine Kniegelenksschwellung in Folge einer Baker-Zyste erkannt werden kann (19, 22).

Letztendlich kann auch eine Arthroskopie des Kniegelenks erfolgen, hierbei kann die Knorpeloberfläche und die Chondropathie direkt betrachtet und intraartikulär beurteilt werden (22).

1.3 Allgemeine Therapie der Gonarthrose

Bei der Gonarthrose handelt es sich um eine progressive und degenerative Erkrankung. Hierbei ist eine Regression oder gar Wiederherstellung der zerstörten Strukturen sehr unwahrscheinlich (36). Daher zielt die Behandlung in erster Linie darauf ab, sowohl die Symptome der Erkrankung zu lindern und damit die Schmerzen des Patienten zu lindern, als auch eine weitere Progression der Erkrankung zu verhindern (29).

Um das Behandlungsziel zu erreichen stehen hierfür verschiedene Therapieoptionen zur Verfügung. Diese lassen sich allgemein unterteilen in (25) :

- **Konservative Therapie**
 - Nicht – medikamentöse Therapie
 - Medikamentöse Therapie

- **Operative Therapie**

1.4 Konservative Therapie der Gonarthrose

Aufgrund der sehr oberflächlichen Lage des Kniegelenkes sind die unterschiedlichen konservativen Therapiemaßnahmen meist leichter durchzuführen als beispielsweise eine entsprechende Anwendung im Bereich des Hüftgelenkes (24).

Wie bereits angemerkt, besteht das Ziel der Behandlung in der Schmerzreduktion und in der Verbesserung der Funktionalität des Kniegelenkes, dies führt folglich dadurch wieder zu einer Erhöhung der Lebensqualität (36). Am Therapiebeginn sollten immer die konservativen Therapien, angefangen bei den nicht – medikamentösen Maßnahmen, stehen (36).

Eine operative Therapie der Gonarthrose sollte immer erst nach Ausschöpfen aller konservativen Therapiemöglichkeiten in Frage kommen (25).

1.4.1 Nicht - Medikamentöse Therapie

An erster Stelle der Therapie steht die nicht – pharmakologische Therapie der Erkrankung. Wichtige Faktoren sind hierbei die Schulung der Patientinnen/Patienten bezüglich

ihrer/seiner Erkrankung, regelmäßiges Training, Gewichtsverlust (bei übergewichtigen Patienten) und falls erforderlich, der Einsatz von geeigneten Gehhilfen (37).

Inaktivität und das Fehlen von mechanischer Stimulation induzieren, aufgrund der Erweichung des Knorpelgewebes und der Verringerung des Glykosaminoglykan – Anteiles, eine schnellere Knorpeldegeneration. Dies kann in weiterer Folge zur Beeinträchtigung der Gelenksfunktionalität führen (36).

Die körperliche Aktivität der Patientinnen/Patienten fördert sowohl die Schmerzlinderung als auch die Verbesserung der Bewegungseinschränkung. Diesbezüglich sollte darauf geachtet werden, dass die regelmäßigen Trainingseinheiten an die individuellen Bedürfnisse der Patientinnen/Patienten angepasst werden, des Weiteren sollte die Ausübung von Aktivitäten mit hoher Intensität vermieden werden (36, 38) .

Ebenfalls spielt hierbei die Verringerung des Körpergewichts eine wichtige Rolle, so potenzieren sich, die durch das körperliche Training erzielten Effekte, durch die Abnahme des eigenen Gewichtes (36). So zeigte die Studie von Messier et al., dass die Kombination von Diät und gleichzeitigem Training (über 18 Monate hinweg) den Effekt der isolierten, einzelnen Intervention bei übergewichtigen Patientinnen/Patienten mit Gonarthrose übersteigt und sowohl zu einem geringeren Knieschmerz als auch zu einer besseren Funktion der Probanden führte (39).

Als bewegungstherapeutische Maßnahme ist noch die der Physiotherapie zu erwähnen. Hierbei wird versucht durch mobilisierende Bewegungen der Muskelatrophie, der Progression der Schmerzsymptomatik sowie der verminderten Aktivität entgegenzuwirken (29). Einige ausgewählte Ziele dieser Therapie bestehen in der Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit durch passives Durchbewegen oder die Erhöhung der motorischen Funktion mittels Übungen auf labilen Untergrund (25).

Zuletzt können ebenfalls orthopädische Hilfsmittel, wie Knieorthesen, zur Erhöhung der Belastbarkeit und der Mobilität des betroffenen Beines, oder Schuheinlagen und Schuhzurichtungen, ergänzend verwendet werden (25).

Bereits einfache Anpassungen der Lebensweise können die Therapie der Gonarthrose maßgeblich unterstützen. Umso verwunderlicher ist es, dass nach statistischen Auswertungen nur ein einfacher Prozentsatz der Patientinnen/Patienten diesen Wandel

durchmacht, während der Großteil der Therapieverteilung auf operative Maßnahmen entfällt (25).

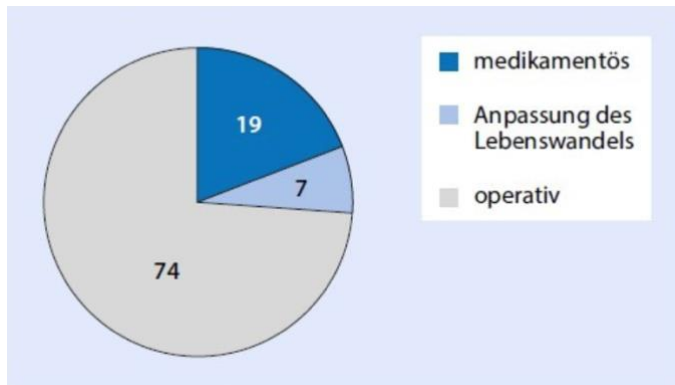


Abbildung 7: prozentuale Verteilung der Therapiestrategien (40)

1.4.2 Medikamentöse Therapie

Die Anwendung einer medikamentösen Therapie kann hierbei systemisch durch eine orale Aufnahme oder lokal, durch eine topische Salbe oder eine intraartikuläre Injektion, erfolgen (29).

Wie bei jeder Therapieoption muss vor Anwendung der Nutzen und die möglichen Nebenwirkungen dieser berücksichtigt werden, aufgrund der niedrigeren systemischen Wirkung sind NSAR- haltige topische Salben (beispielsweise Diclofenac) gut geeignet für den Start einer analgetischen Therapie (38).

Im Frühstadium der Gonarthrose kann, um vorrangig die Schmerzsymptomatik zu verringern, die Gabe von oralen Analgetika wie Paracetamol indiziert sein (29). Da Patientinnen/Patienten mit einem Arthrosegeschehen häufig ebenfalls eine hohe inflammatorische Komponente aufweisen, kommen meist primär NSARs zum Einsatz, diese wirken, zusätzlich zur analgetischen Wirkung, antiphlogistisch und antipyretisch (25).

Patientinnen/Patienten, welche auf eine orale oder topische Schmerztherapie nicht entsprechend ansprechen, kommen für eine Behandlung mit intraartikulärer Glukokortikoidinjektion in Frage. Dabei wird das Glukokortikoid direkt in das Gelenk appliziert und soll dort seine immunsuppressive sowie antiinflammatorische Wirkung lokal entfalten. Ziel dieser Behandlungsform ist sowohl die Schmerzsymptomatik der Patientinnen/Patienten, als auch ihre/seine Mobilität verbessern (36, 37).

Für die Therapie von besonders starken Schmerzen, kann es auch zur Verschreibung von Morphinderivaten (beispielsweise Tramadol) kommen, diese Medikation sollte allerdings Patientinnen/Patienten mit persistierenden Schmerzen, die sich refraktär gegenüber der bisherigen Therapie zeigen, vorbehalten sein (38).

Auch die Medikamentengruppe der „symptomatic slow acting drugs in osteoarthritis“ (kurz: SYSADOA) kommen in der Therapie der Gonarthrose zum Einsatz, zu dieser Medikamentengruppe zählen Vertreter wie Hyaluronsäure, Chondroitinsulfat oder Glucosaminsulfat (25). Sie sollen eine antiphlogistische und analgetische Wirkung zeigen und die viskoelastische Eigenschaften des Knorpelgewebes verändern. Allerdings ist die Wirkungsweise dieser Medikamente noch nicht genau bekannt und deren Erfolg wird in der Literatur noch kontrovers diskutiert (29, 37).

1.5 Operative Therapie

Grundsätzlich lässt sich die operative Therapie der Gonarthrose noch einmal weiter unterteilen in (19):

- Gelenkserhaltende operative Therapie
- Gelenksersetzende operative Therapie (künstlicher Gelenksersatz)
- Gelenksversteifung (Arthrodesen)

1.5.1 Gelenkserhaltende Therapie

Eine operative Behandlung sollte bei progredienten und allein mit konservativen Behandlungsmethoden nicht ausreichten zu behandelten Schmerzen vorgeschlagen werden. Zunächst stehen hierbei minimal-invasive Verfahren in Form der arthroskopischen Chirurgie zur Verfügung. Mit Hilfe einer arthroskopischen Gelenksspülung soll der gesammelte Zelldetritus, zusammen mit Entzündungsmediatoren, aus dem Gelenk gespült werden, um eine kurz- bis mittelfristige Besserung der Symptome zu erzielen (33).

Auch ein arthroskopisches Gelenksdebridement, mit Knorpelglättung, partieller Abtragung von Osteophyten und möglicher Entfernung von Meniskus- und Synoviaanteilen, sorgt, ähnlich wie die Gelenksspülung, für eine Funktionsverbesserung, vor allem wenn die Symptomatik durch Knorpel- oder Meniskusveränderungen hervorgerufen wurde (25, 33).

Techniken wie die Pride -Bohrungen, Mikrofrakturierung und Implantation von autologen kultivierten Chondrozyten werden in der präarthrotischen Phase der Gonarthrose eingesetzt und beruhen auf dem Prinzip der Chondrogenese und des durch zellulären Anteilen gebildeten Reparaturgewebes bei Defekt (29).

Eine weitere operative, gelenkserhaltende Technik zur Behandlung von Gonarthrose, besteht in einer Umstellungsosteotomie. Dieses Verfahren wird häufig bei unilateraler degenerativen Gelenksveränderungen in Verbindung mit einer Varus-,Valgusdeformität angewendet (25). Das Ziel der Therapie besteht darin, die gewichtstragende Achse des betroffenen Beines zu verändern, das betroffene Kompartiment dadurch zu entlasten und sowohl eine Reduktion des Schmerzen, als auch eine Verlangsamung des degenerativen Prozesses zu erreichen (41). Komplikationen dieses Verfahrens sind unter anderem ein ausbleibender Erfolg mit fortbestehenden Schmerzen und die Entstehung einer Pseudarthrose (19).

Bei Vorliegen einer Varusdeformität wird dies heute meist durch eine proximale Tibiaosteotomie erreicht, während eine Valgusfehlstellung ergänzend noch mit einer zusätzlichen distalen Femurosteotomie behandelt wird (25). Die Umstellungsosteotomie wird aufgrund der resultierenden fast uneingeschränkten Belastungsmöglichkeit vor allem jüngeren Patientinnen/Patienten empfohlen, dieser Vorteil wird allerdings durch eine längere Rehabilitationszeit und einer expandierten postoperativen Schmerzphase erkauft (25).

1.5.2 Gelenksersetzende Therapie

Als Alloarthroplastik bezeichnet man den teilweise oder vollständigen künstlichen Ersatz der Gelenksflächen durch Implantate (42). Es handelt sich dabei um eine allgemein akzeptierte, sicher und sehr kosteneffiziente Methode zur Behandlung einer fortgeschrittenen Gonarthrose (41).

Bei der Implantation einer Prothese handelt es sich um eine irreversible interventionelle Methode, weshalb diese erst zum Einsatz kommen sollte, wenn andere Therapieoptionen das Behandlungsziel nicht zufriedenstellend erreichen oder aufgrund etwaiger Kontraindikationen nicht durchgeführt werden konnten (41).

Das Kniegelenk selbst gilt als trikompartimentelles Gelenk, weshalb mehrere Optionen zur gelenkersetzenden Therapie zur Wahl stehen (29, 33):

- unikompartimentelle Endoprothese
- bi-/trikompartimentelle Endoprothese
- achsgeführte Totalendoprothese

1.5.3 Arthrodesese

Die gelenksversteifende Therapie, mittels Arthrodesese, war früher die wichtigste operative Maßnahme bei stark fortgeschrittener Gonarthrose. Dieses Operationsverfahren wurde fast vollständig durch die Einführung der Gelenkersatzoperation abgelöst. Diese gilt heute als Ausnahmeindikation und wird ausschließlich bei erfolglosen Revisionsfällen nach Infektion oder Lockerungen angewendet (19, 29).

1.6 Endoprothetik

1.6.1 Indikationen

Die Indikation zum Einsatz der Endoprothetik in der Therapie der Gonarthrose besteht in einer radiologisch nachweisbaren und ausgeprägten Arthrose, meist kommt es hierbei zu einer Einschränkung der Bewegungsmöglichkeiten des betroffenen Gelenks. Häufig imponiert das Krankheitsbild durch eine stark ausgeprägte Schmerzsymptomatik, welche sich durch konservative Therapiemaßnahmen nicht ausreichend beherrschen lassen (29, 42). Als Voraussetzung der Implantation sollte eine ausreichende Knochenfestigkeit gegeben sein und aufgrund der endlichen Haltbarkeit der einzelnen Prothesenkomponenten (15-20 Jahre) sollte ein Alter von 60 Jahren möglichst erreicht sein (29, 41).

1.6.2 Kontraindikationen

Zu den Kontraindikationen eines künstlichen Gelenkersatzes gehören neben akuten und chronischen Infektionen des Kniegelenkes, eine insuffiziente Muskelführung, eine asymptomatische Gonarthrose sowie eine nicht gegebene Narkosefähigkeit der Patientinnen/Patienten (29, 42).

1.6.3 Prothesenarten

1.6.3.1 Unikompartimentelle Endoprothese

Die unikompartimentelle Endoprothese (unikondyläre Prothese, Hemischlitten) ersetzt nur die femoralen und tibialen Gelenkskomponenten eines einzelnen Kompartimentes. Hierbei muss sich die Gonarthrose auf ein femorotibiales Kompartiment isoliert beschränken, sowohl deutliche patellofemorale Degenerationen, als auch hochgradige Arthrosezeichen der kontralateralen Seite müssen klinisch und radiologisch ausgeschlossen werden (29, 43). Des Weiteren zählen eine freie Beweglichkeit des Gelenkes von $>90^\circ$ bei einem Körpergewicht unter 80kg und ein Lebensalter von über 60 Jahren zu den Indikationskriterien mit guten Langzeitergebnissen (43).

Die häufigste Variante eines unikondylären Gelenksersatzes ist die des medialen Kompartimentes. Um die Voraussetzungen für den optimalen Erfolg der Operation zu erfüllen, ist ein gut erhaltenes Knorpelgewebe und Meniskus der Gegenseite von Nöten. Ebenfalls ist die Prothese in der Sagittalebene selbst nicht stabil, weshalb eine intakte Funktion der Kreuzbändern gegeben sein sollte (41). Eine Kapsel-Band-Insuffizienz, rheumatoide Arthritis, eine stark ausgeprägte Osteoporose und Adipositas lassen sich als relative Kontraindikationen nennen, auch sollte keine Achsfehlstellung von mehr als $10-15^\circ$ in der Frontalebene gegeben sein (29).

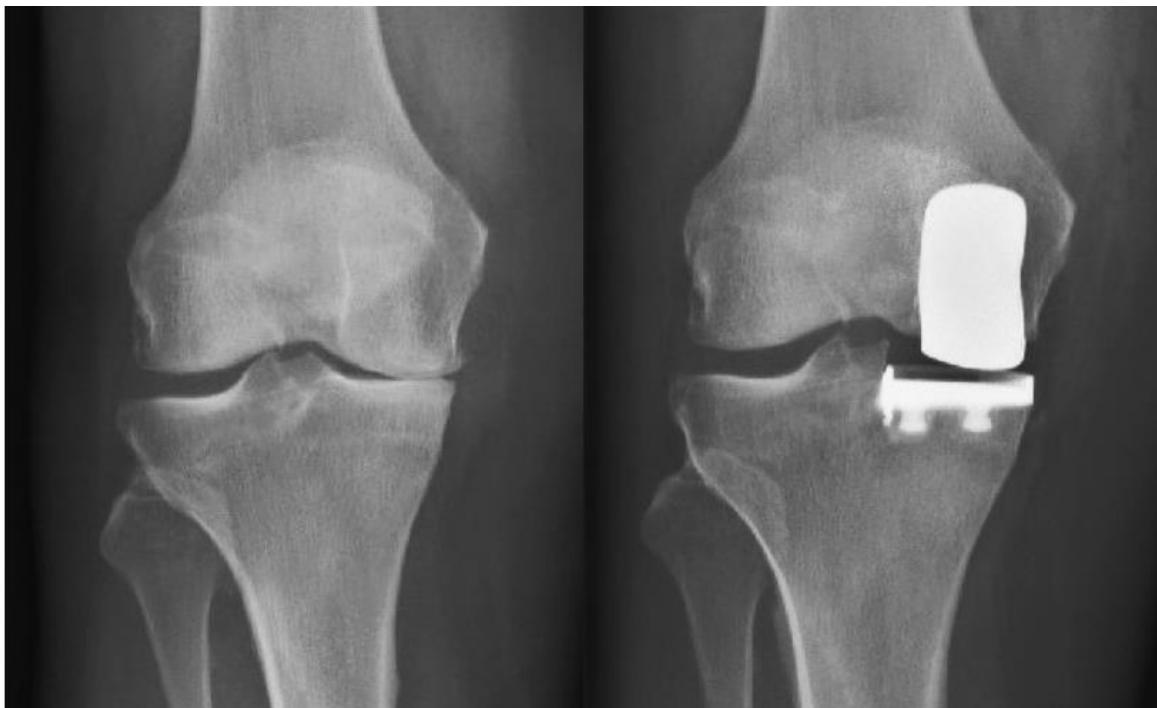


Abbildung 8: präoperative Röntgenaufnahme einer isolierten mediale Gonarthrose (l); postoperative Röntgenaufnahme nach Implantation eines medialen Hemischlittens (r) (44)

1.6.3.2 Bi-/trikompartimentelle Endoprothese (Totalendoprothesen)

Beim Einsatz von bikompartimentellen Endoprothesen werden sowohl die medialen, als auch die lateralen Gelenkskompartimente des Femurs/Tibia ersetzt, durch einen zusätzlichen Patellarückflächenersatz kann die Prothese durch ein weiteres Kompartiment (trikompartimentelle Endoprothese) erweitert werden (42). Obwohl das patellofemorale Gelenk eine zentrale Rolle bei postoperativen Schmerzen spielt, ist ein Nutzen durch den standardmäßiger Ersatz dieses im Rahmen der operativen Versorgung, für die Patientinnen/Patienten bisher nicht belegt (41).

Zu den Indikationen dieser Prothesenart zählt die Gonarthrose mit mehreren betroffenen Kompartimenten. Da die Gelenksführung ebenfalls durch den Kapsel-Band-Apparat erfolgt, ist eine erhaltene Funktion jenes von Nöten (29). Folglich kann eine stark insuffiziente Bandführung, neben der Insuffizienz des Streckapparats und neuromuskulär verursachte Gelenksinstabilitäten, zu den Kontraindikationen gezählt werden (29).

Sollte sich im Rahmen der präoperativen Untersuchungen oder intraoperativ eine Insuffizienz des hinteren Kreuzbandes feststellen lassen oder sollte sich ein nicht korrigierbares Extensionsdefizit zeigen, kann dies mit Hilfe einer posterior stabilisierenden Komponente ausgeglichen werden, hierbei wird das hinterer Kreuzband operativ zusätzlich ersetzt (33).

Totalendoprothesen können auch durch die Art des jeweiligen Inlays unterschieden werden, so kann dieses entweder fest am Tibiaplateau befestigt sein (**fixed bearing**) oder drehbar und mobil fixiert werden (**mobile bearing**) (42). Durch das mobile Inlay sollen die femoralen und tibialen Teilkomponenten besser zusammenpassen, ohne dass dadurch die natürliche Rotation und Verschiebung zwischen den beiden Gelenkpartnern verloren geht. Trotz allem lassen sich bisher keine eindeutigen und generellen Vorteile für das ein oder andere Prothesendesign zeigen (29, 45, 46).

Die Verankerung des Implantats kann auf mehrere Arten erreicht werden. Dazu zählt die Fixierung mittels Knochenzement (PMMA) und die zementfreien Varianten (bspw. „Press-Fit-Verankerungen“ oder biologische Osteointegration) (46).

Die zementierte Verankerung der Prothese stellt das Standardverfahren dar. Sie ermöglicht eine sofortige Fixation des Implantats, eine bessere Verteilung des Druckes an den

femorale Schrägschnitten und durch Antibiotikazusätze wirkt dieser zusätzlich einer lokalen Infektion entgegen (47).

Der theoretisch mögliche Vorteil einer zementfreien Verankerung liegt in der Erhaltung des Knochenstocks, der Vermeidung von Zementresten und der Möglichkeit eine dauerhafte biologische Fixation der Prothese zu erreichen(48).

In einer systematischen Übersichtsarbeit von Zhou et al. konnte gezeigt werden, dass die Lebensdauer der Prothese sowie die klinische Tauglichkeit beider Verankerungsarten ähnlich sind und die zementfreie Implantation so eine mögliche primäre Alternative in der Zukunft darstellen könnte (48).

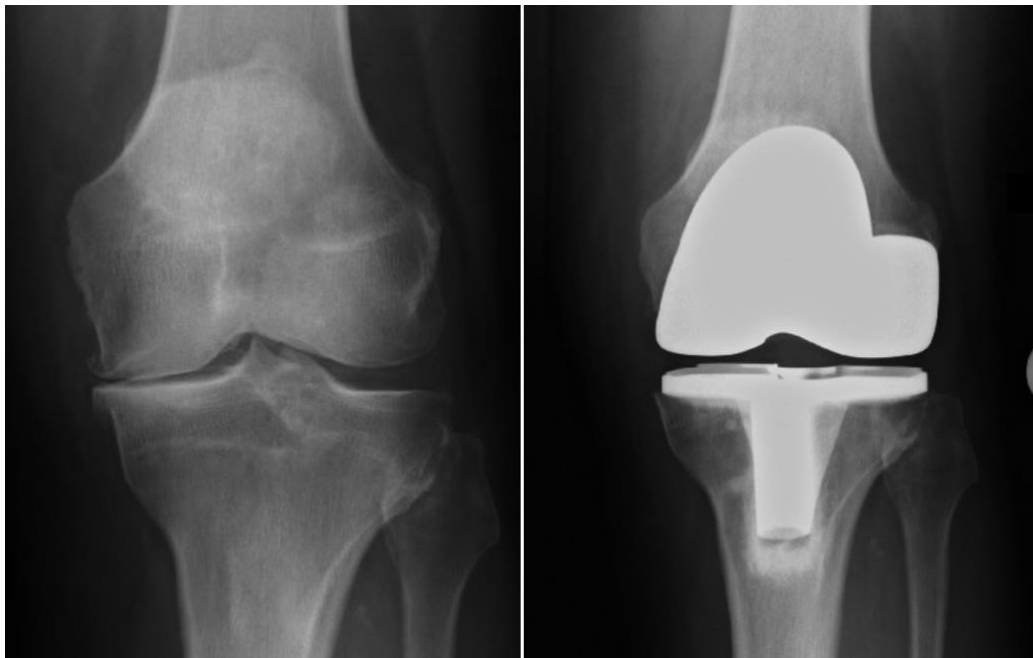


Abbildung 9: präoperative Röntgenaufnahme einer Pangonarthrose (l), postoperative Aufnahme einer bikondylären Knieendoprothese (r) (49)

1.6.3.3 Achsgeführte (gekoppelte) Endoprothesen

Mit weniger als 1% aller primär implantierten Endoprothesen stellt die achsgeführte Endoprothese eine eher seltene primäre Prothese dar. Trotzdem hat sie in der orthopädischen Routine ihre begründete Berechtigung. So gehört eine deutlich abweichende anatomische Fehlstellung der Beinachse sowie eine Gonarthrose mit kombinierter Bandinstabilität zu den typischen Indikationen (42, 46).

Dies kann gewährleistet werden, indem etwaige anfallende Varus-/Valguskkräfte über die gekoppelten Komponenten der Prothese ausgeglichen werden und nicht, wie in physiologischer Weise, durch den Kapsel-/Bandapparat. Dies erlaubt eine sichere Achsenführung (29, 42).

Nachteile dieses Prothesentyps ist der erhöhte Knochenverlust, die höhere Belastung der Prothese sowie das erhöhte Lockerungsverhalten (33, 42)

Des Weiteren spielt die achsgeführte Endoprothese eine entscheidende Rolle in der Revisionsendoprothetik(42).

1.6.4 Operative Technik

1.6.4.1 Operativer Zugang

Der optimale Zugangsweg sollte möglichst kurze Hautinzisionen beinhalten und die Muskulatur der Patientinnen/Patienten so wenig wie möglich beeinträchtigen. Als Standardzugang gilt der medial parapatellare Zugang („Payr-Zugang“), auch der laterale Zugang findet bei stark ausgeprägter Valgusgonarthrose häufig Anwendung (50). Im Rahmen des Payr-Zuganges erfolgt ein medialer Schnitt proximal vom oberen Patellapol bis distal der Tuberositas tibiae hierbei wird die Haut, die Subkutis und die Fascia lata gespalten. Im Anschluss erfolgt die Arthrotomie bogenförmig parapatellar, nun kann die Patella weggeklappt werden (50, 51).

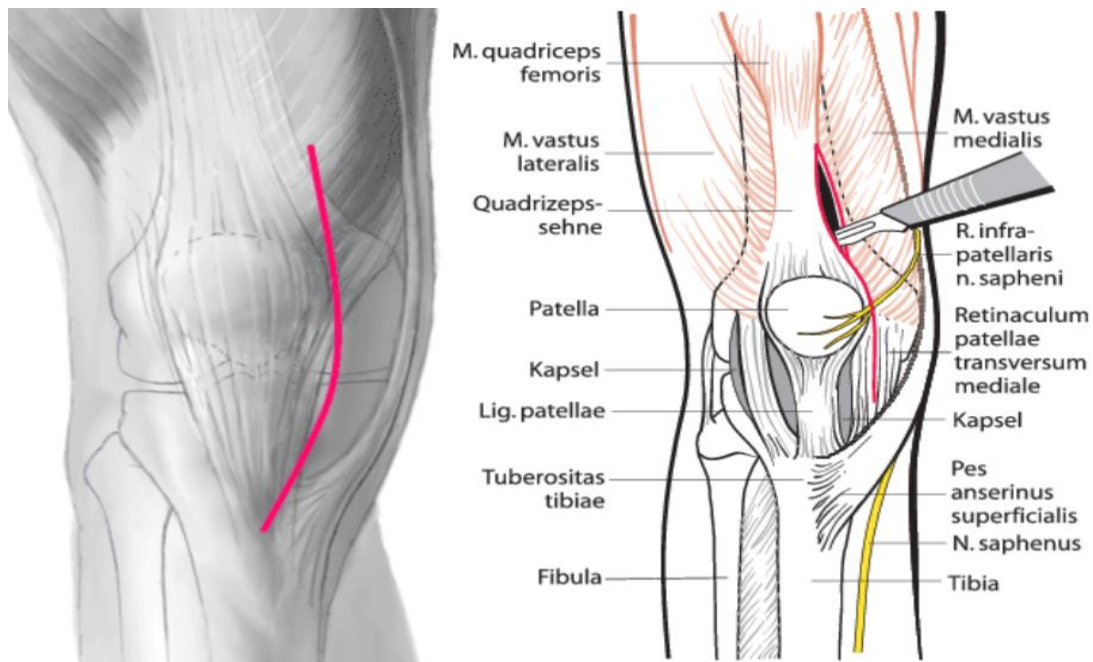


Abbildung 10: Hautinzision (l), medialer parapatellarer Zugang (r) (1)

1.6.4.2 Knochenzurichtung

Grundsätzlich bestehen zwei Möglichkeiten der Knochenzurichtung, die „Femur-first“ und „Tibia-first“ Methode (innerhalb der Tibia-first Variante kann weiter zwischen „Flexion-gap-first“ und „Extension-gap-first“ Methode unterschieden werden), jede Variante hat für sich Vor- und Nachteile (47).

Technik	Vorteil	Nachteil
Femur-first	<ul style="list-style-type: none"> - Unabhängige Präparation von Tibia/Femur - Knochensparende Technik - Geringen Schnittanzahl - Orientierung anhand anatomischer Landmarken 	<ul style="list-style-type: none"> - Durch die unabhängige Präparation ist der Raum für mögliche Fehler höher - Anatomische Landmarken nicht immer eindeutig - Überresektion des Femurs durch starken Abrieb
Tibia-first	<ul style="list-style-type: none"> - Einfachere Balancierung des Kniegelenkes - Gleicher Beuge- und Streckspalt 	<ul style="list-style-type: none"> - Abhängige Präparation von Tibia/Femur(→ Übertragung eines Fehlers) - Schwierigere Durchführung - Zu geringe tibiale Resektion kann zur Anhebung der Gelenkslinie und „Mid-flexion“-Instabilität führen

Tabelle 4: Vergleich von "Femur-first" und "Tibia-first"(47, 51)

Die Verwendung jener hängt unter anderem von der verwendeten Prothese ab, dem Weichteilmanagements und den jeweiligen persönlichen Präferenzen des Chirurgen (33, 47). Grundsätzlich lässt sich allerdings feststellen, dass die „Femur-first“-Technik ein einfacheres, zeitsparendes und weit verbreitetes Verfahren darstellt, während sich die Technik der „Tibia-first“-Variante komplizierter darstellt und dadurch vor allem erfahrenere Operateure vorbehalten ist (33).

Ein Überblick über die einzelnen Instrumentationstechniken und Schritte zeigt Abbildung 12.

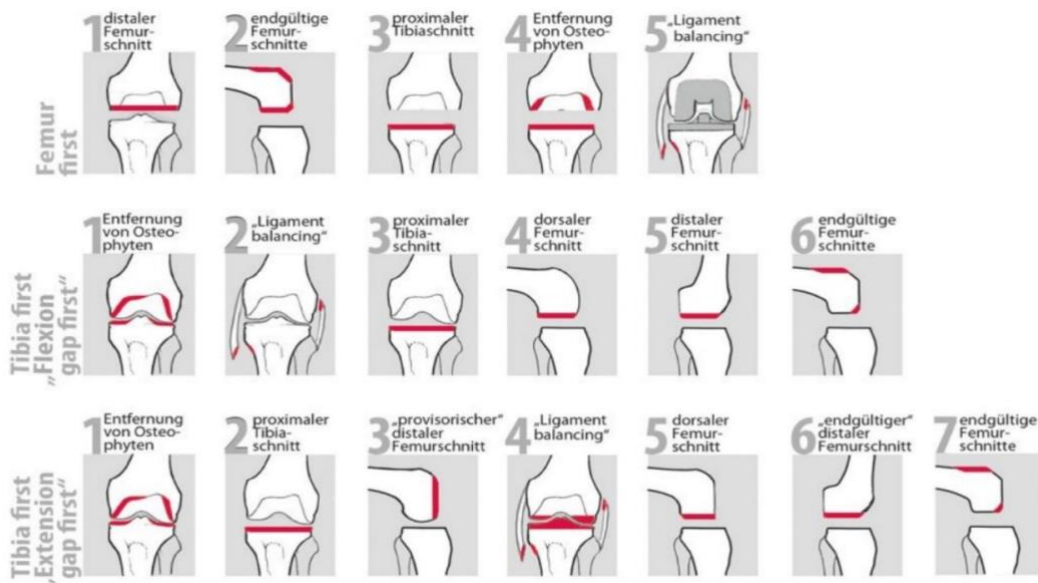


Abbildung 12: Überblick Ablauf der unterschiedlichen Zurichtungsmethoden (52)

Die weiteren operativen Schritte stellen sich wie folgt dar:

a. Implantationsversuch mittels Testimplantat

Sobald die Zurichtung beendet ist und sich der Extensions- und Flexionsspalt gleich weit zeigen, kann mit der Implantation einer Testprothese begonnen werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Bewegung im vollen Umfang möglich ist und das Gelenk, sowohl in maximaler Streckung als auch in Beugung um 90°, ligamentär stabil ist (51). Auch die Weichteilbalancierung sowie die Patellaführung sollte hierbei getestet werden (53).

b. Behandlung der Patella

Um ein vernünftiges Gleiten der Patella zu gewährleisten sollte eine Behandlung dieser erfolgen, hierbei werden etwaige vorhandene Osteophyten abgetragen, Verwachsungen gelöst und die Patella mittels Elektrokauter denerviert (51). Im Anschluss kann gegebenenfalls auch eine Implantation eines Patellarrückflächenersatzes erfolgen (47).

c. Implantation der definitiven Prothese

Bevor die Implantation der Prothese erfolgen kann, muss der Knochen mit einer Jet-Lavage behandelt werden, hierbei wird der Knochen von Blut und Säurereste gereinigt, die für die benötigte Eindringtiefe des Zements unabdingbar ist. Nach Trocknung der Jet-

Lavage erfolgt die Zementierung des Implantats mittels vakuumangemischtem Zement unter Blutsperre. Nach Entfernung etwaiger überstehender Zementreste, erfolgt die Aushärtung des Zements in der Streckung (47).

d. Wundverschluss

Das Auftreten einer postoperativen Blutung sowie die Bildung eines Hämatoms kann die im postoperativen Verlauf durchgeführte, funktionelle Therapie verlangsamen, etwaige entstandene Blutungen sollten deshalb sorgfältig gestillt werden (53, 54).

Anschließend erfolgt ein schichtweiser Wundverschluss, dieser sollte zu einer primären Wundheilung führen und die Anlage eines Kompressionsverbandes (53, 54).

Die zuvor gesetzte Blutsperre kann hierbei sowohl vor, als auch nach erfolgtem Wundverschluss geöffnet werden, auch ist die optionale Anlage einer Redondrainage möglich (53).

1.6.5 Nachbehandlung

Postoperativ sollte eine Röntgenkontrolle des operierten Knies in 2 Ebenen erfolgen, nach Ablauf etwa einer Woche sollte ebenfalls eine Ganzbeinaufnahme durchgeführt werden (53).

Initial sollte die/der Patientin/Patient postoperativ flach gelagert werden, das Knie möglichst in Streckstellung positioniert, und sowohl antiphlogistisch als auch analgetisch behandelt werden. Auch auf die Durchführung einer geeigneten Thromboseprophylaxe sollte geachtet werden (53).

Die erste Mobilisierung sollte bereits am ersten postoperativen Tag stattfinden, eine beschwerdeadaptierte Vollbelastung, unterstützt durch Unterarmgehstützen, für 4-6 Wochen ist bei zementierten Prothesen sofort möglich (42, 53).

Ebenfalls bereits ab dem 1. postoperativen Tag ist eine tägliche CPM (continuous passive motion), durchgeführt mittels einer elektrischen Bewegungsschiene, indiziert, hierbei erfolgt eine rein passive Gelenkmobilisation bis zur Schmerzgrenze (55).

Am Ende der zweiten postoperativen Woche (14.Tag) sollte die Entfernung der Fäden erfolgen (53).

Auch die krankengymnastische Behandlung stellt, im postoperativen Behandlungskonzept, ein wichtiges Tool dar, um die Mobilität, die Funktionalität sowie die Kraftentfaltung wiederherzustellen und zu erhalten (55).

1.6.6 Postoperative Komplikationen

Im Rahmen der endoprothetischen Behandlung und der darauffolgenden Nachsorge kann es zu verschiedenen postoperativen Komplikationen kommen, hierzu zählt beispielsweise die Infektion des neu eingesetzten künstlichen Kniegelenks (56).

Dieser allgemein befürchtete postoperative Verlauf kann sowohl durch endogene als auch exogene Infektionsquellen entstehen. Jener sollte rechtzeitig erkannt und schnell wirksam behandelt werden, um eine Reimplantation des neuen Kniegelenks zu vermeiden. Durch die prophylaktische Verwendung einer systemischen Antibiotikagabe, der Verbesserung der Operationstechnik, die Verkürzung der Operationszeiten, des Tragens von Raumanzügen während des Eingriffs sowie der verbesserten postoperativen Behandlung und weiteren Maßnahmen konnte das Infektionsrisiko des Gelenkersatzes stark gesenkt werden (56).

Im weiteren Verlauf kann ebenfalls eine aseptische Lockerung der Prothese, meist bedingt durch intraoperative technische Fehler, auftreten. Diese Lockerung kann sich beispielsweise durch eine anhaltende postoperative Schmerzsymptomatik bemerkbar machen (56).

Auch kann es zum Auftreten von periprothetischen Frakturen kommen, diese treten charakteristisch bei einer schlechten Knochenqualität, kombiniert mit einem stattgefundenen traumatischen Ereignis, auf (57).

Des Weiteren können im Verlauf noch eine Vielzahl weiterer Komplikationen auftreten, eine Auswahl stellt die folgende Aufzählung dar (19, 56):

- **Kniegelenksinstabilitäten**, meist ausgelöst durch eine schlechte Weichteilbalancierung
- **Neurovaskuläre Komplikationen**, wie tiefe Venenethrombosen, Lungen- und Fettembolien, arterielle Insuffizienzen und N. peroneus Paralysen
- **Wundheilungsstörungen**, beispielweise ausgelöst durch eine postoperative Schwellung (54)
- **Arthrofibrose**
- **Patellofemorale Komplikationen**

- **Persistierende Schmerzen**, meist ausgelöst durch mechanische Implantationsabweichungen, aber auch durch vorliegende Infektionen (57).

1.6.7 Zufriedenheit der operativen Versorgung

Die Implantation einer Knie totalendoprothese (KTEP) ist generell von einer hohen Zufriedenheit der Patientinnen/Patienten geprägt, so sind etwa mehr als 80% aller Patientinnen/Patienten mit dem Operationsergebnis zufrieden (58).

Allerdings ist Unzufriedenheit nach der Implantation einer KTEP ein häufig vorkommendes Phänomen. So berichten etwa 20% der Patientinnen/Patienten nach der Operation von einer anhaltenden Unzufriedenheit (59). Die Gründe hierfür sind sehr vielfältig, so gehören zu den entscheidenden Faktoren etwa die individuell, präoperative Erwartung, der Grad der Verbesserung, sowie die Schmerzlinderung durch die operative Versorgung (59). Auch das Persistieren von Angst, Depressionen und einer schlechteren psychischen Gesundheit sind häufige Prädiktoren für eine Unzufriedenheit (58).

2 Material und Methoden

2.1 Relevanz/ Zielsetzung

Die postoperative Mobilität und die subjektive Zufriedenheit der Patientinnen/Patienten sind wesentliche Faktoren, welche mit den Erfolgsergebnissen der Operation eng verknüpft sind. Hierbei spielt vor allem die postoperative Beweglichkeit des neuen Kniegelenkes eine entscheidende Rolle. So gibt beispielsweise die Studie von Oka et al. Hinweise darauf, dass sich durch eine frühzeitige Verbesserung der postoperativen ROM nach KTPE präoperativ festgelegte Bewegungsziele (ROM von 120 ° nach einem Jahr) langfristig häufiger erreichen lassen (60).

Diese postoperative Beweglichkeit ist sowohl von objektiven Faktoren, beispielsweise die genannte Mobilisierung in den ersten postoperativen Wochen, als auch von subjektiven Faktoren abhängig. Gerade Patientinnen/Patienten mit einer postoperativen Schmerzsymptomatik neigen oft dazu Bedenken gegenüber der eigentlichen Beweglichkeit des neuen Kniegelenks zu äußern.

Im Rahmen der klinischen Studie wurden den Patientinnen/Patienten, im Zuge der postoperativen Visiten, intraoperativ aufgenommene Video-Bewegungsaufnahmen gezeigt. Ziel der Studie war es zu eruieren, ob durch die Visualisierung der intraoperativ möglichen vollen ROM der neu implantierten KTPE, ein höheres Vertrauen in die Funktionalität und Stabilität der Knieprothese erzeugt und dadurch eine verbesserte Beweglichkeit erreicht werden kann.

2.2 Studiendesign

Bei der Studie handelt es sich um eine kontrollierte, randomisierte Studie, durchgeführt an der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am Landeskrankenhaus-Universitätsklinikum Graz (LKH). Die klinische Studie wurde zur Durchführung vor der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz genehmigt (EK 31-219 ex 18/19).

2.2.1 Einschlusskriterien

- Hochgradige klinisch und radiologisch verifizierte Gonarthrose mit deutlicher Alltagslimitierung in mindestens 2 Gelenkskompartimenten Grad III/IV entsprechend nach Kellgren Lawrence (61)
- Probandinnen/Probanden sind einverstanden mit dem Studiendesign (inklusive Nachuntersuchungen)
- Probandinnen/Probanden haben die Einverständniserklärung unterschrieben
- Geplante Kniealloplastik mittels Attune[®] - Kniesystem

2.2.2 Ausschlusskriterien

- Geringgradige Gonarthrose entsprechend Kellgren Lawrence Grad I/II (61)
- Schwerwiegende varische oder valgische Fehlstellung über 18° des betroffenen Beins
- Aktive oder chronische Infektion, Osteomyelitis oder Sepsis des Kniegelenks bzw. Infektion an einer anderen Lokalisation, die auf das Operationsgebiet übergreifen könnte
- Bekannte vorangegangene Verletzungen der Quadricepsmuskulatur
- Anämie (Hb < 11 g/dL), Blutbildungsstörungen, Blutgerinnungsstörungen, Thrombozytopenie (< 15 000 Thrombozyten/mL), andere bekannte hämatologische Störung
- Systemische Kortisontherapie
- Gangrän, Ulcera, periphere arterielle Verschlusskrankheit
- Leber- oder Nierenfunktionsstörung, Dialysepflichtigkeit
- Malignome, Chemotherapie innerhalb der letzten drei Monate
- Schwangerschaft oder Schwangerschaftsmöglichkeit ohne adäquate Kontrazeption
- Psychiatrische Erkrankungen, die eine Einwilligung ausschließen
- Schreib-/Leseunfähigkeit
- Patientinnen/Patienten, die nicht ausreichend Deutsch verstehen, um die Aufklärung/die Einwilligungserklärung zu verstehen
- Patientinnen/Patienten, die nicht in die Teilnahme an der Studie einwilligen
- Patientinnen/Patienten, die nicht in der Lage sind, die Anweisungen zu befolgen, oder nicht gewillt sind an den Follow-up Untersuchungen teilzunehmen

- Patientinnen/Patienten, die mit dem Studiendesign nicht einverstanden sind
- Andere ernsthafte Gründe, die eine Teilnahme an der Studie ausschließen
Voroperationen am Kniegelenk außer arthroskopischer Meniskusteilresektionen

2.3 Rekrutierung der Patientinnen/Patienten

Im Zuge des präoperativen, stationären Krankenhausaufenthaltes für eine geplante Implantation einer KTEP, begann am 21.10.2019 die initiale Rekrutierung der Patientinnen/Patienten auf der orthopädischen Station des LKH Graz. Im Rahmen eines Eingangsgesprächs wurde den Patientinnen/Patienten der allgemeine Ablauf sowie Sinn und Zweck der durchzuführenden klinischen Studie erläutert. Des Weiteren wurden diese im weiteren Verlauf des Gesprächs über die Einwilligungserklärung und die beiliegende Patienteninformation aufgeklärt. Im Zeitraum vom 21.10.2019 – 21.07.2020 erklärten sich so 73 Patientinnen/Patienten zur Teilnahme an dieser klinischen Studie bereit und konnten auf diesem Wege rekrutiert werden.

2.4 Ablauf der klinischen Studie

Nach erfolgtem Eingangsgespräch und Zustimmung zur Teilnahme erfolgte die Erhebung des präoperativen Knee Society Scores (KSS) (siehe Kapitel 2.7.). Ein besonderes Augenmerk bestand hierbei auf der Erhebung der Beweglichkeit des zu operierenden Kniegelenkes mittels Goniometer.

Zur weiteren Durchführung der Studie erfolgte die zufällige Aufteilung der Patientinnen/Patienten in zwei Vergleichsgruppen, eine Interventionsgruppe und einer Kontrollgruppe. Die Randomisierung erfolgte hierbei durch die hausinterne Webanwendung „Randomizer“ der Medizinischen Universität Graz (<https://www.randomizer.at/>).

Patientinnen/Patienten, welche nach erfolgreicher Rekrutierung, der Interventionsgruppe zugeordnet worden sind, wurden im postoperativen, stationären Verlauf eine intraoperative aufgenommene Video-Bewegungsaufnahme gezeigt.

Diese Bewegungsaufnahme soll die potenziell maximal mögliche ROM des neu implantierten Kniegelenks, unter anästhesiologischen Bedingungen, individuell visualisieren.

Patientinnen/Patienten, zugeteilt zur Kontrollgruppe, wurde ein solches Video, im postoperativen Verlauf, nicht gezeigt.

2.5 Intraoperative Video-Bewegungsaufnahme

Die von uns aufgenommene Video-Bewegungsaufnahme erfolgte im Operationssaal unmittelbar nach Abschluss der operativen Maßnahmen und der Durchführung des abschließenden Kontrollröntgens der neu eingesetzten Endoprothese des Kniegelenkes. Ein besonderes Augenmerk dieser Bewegungsaufnahme bestand in der Aufzeichnung und Festhaltung der vollständig möglichen ROM unter anästhesiologischen Bedingungen.



Abbildung 11: Ausschnitt eines Beispielsvideos in Flexion und Extension

2.6 Follow-Up

Das postoperative Follow-Up der Studienteilnehmerinnen/teilnehmer erfolgte routinemäßig nach einem 6-wöchigem Intervall an der Knieambulanz der Universitätsklinik für Orthopädie und Traumatologie am LKH Graz. Hierbei wurde der postoperative KSS Fragebogen erhoben und die Beweglichkeit des Knies untersucht.

Aufgrund der anhaltenden SARS-CoV-2 Pandemie und der daraus resultierenden kurzzeitigen Schließung der Ambulanzen des LKH Graz, verlief die weitere Erhebung, ab dem 17.03.2020, auf telefonischem Wege.

2.7 Knee Society Score

Der KSS wurde in seiner jetzigen Form 2011 publiziert und entwickelt, um ein einfaches und dennoch objektives Scoringsystem vor und nach Implantation einer KTEP zu etablieren. Sowohl ärztlich erhobene Parameter, als auch von Patientinnen/Patienten selbst zu beurteilende Komponenten, werden im Scoringsystem berücksichtigt (62).

Der KSS besteht aus einem prä- und postoperativen Fragebogen und lässt sich in mehrere unterschiedliche Teile untergliedern:

- Demographische Informationen (Alter, Gewicht, Größe etc.)
- Objektive Kniebeurteilung (Beurteilung erfolgt durch den Arzt)
 - Beinachse
 - etwaige Instabilitäten
 - Bewegungsausmaß
- Symptome (incl. Visuelle Analogskala (VAS))
- Patientinnen/Patientenzufriedenheit
- Patientinnen/Patientenerwartung
- Körperliche Aktivitäten

Im Gesamten besteht der KSS aus 35 Fragen, aufgeteilt in 5 Subgruppen. Jede beantwortete Frage wird mit einer individuellen Anzahl an Punkten bewertet, welche am Ende der jeweiligen Subgruppe zusammengefasst werden und so eine potenzielle Vergleichsmöglichkeit bieten.

2.8 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mittels SPSS Version 24.0 (IBM Corporation, New York, USA) analysiert. Die deskriptive Statistik von stetigen Variablen wurden mittels mittlerer absoluter Abweichung und Standardabweichung wiedergegeben. Kategorische Daten wurden mit Anzahl und Proportionen wiedergegeben und für den Vergleich jener Variablen kam die Verwendung des Chi-Quadrates zum Einsatz. Mittels des Kolmogorov-

Smirnov Test wurde die Normalverteilung bewertet, welche eine nicht parametrische Verteilung für alle relevante Variablen erbrachte. Unterschiede zwischen den präoperativen und postoperativen Daten wurden mit Hilfe des Mann-Whitney U Tests sowie des Wilcoxon-Rangsummentest untersucht. Das Signifikanzlevel wurde auf $p > 0,05$ gesetzt. Durch eine a priori Poweranalyse wurde gezeigt, dass ein Minimum von 36 Patientinnen/Patienten pro Gruppe von Nöten sei, um bei einem Signifikanzlevel von $p < 0,05$, einen klinisch relevanten Unterschied von 10° in der ROM (SD 25°) mit einer Power von 0,8 zu erkennen.

3 Ergebnisse – Resultate

3.1 Studienprobandinnen-/probandenkollektiv

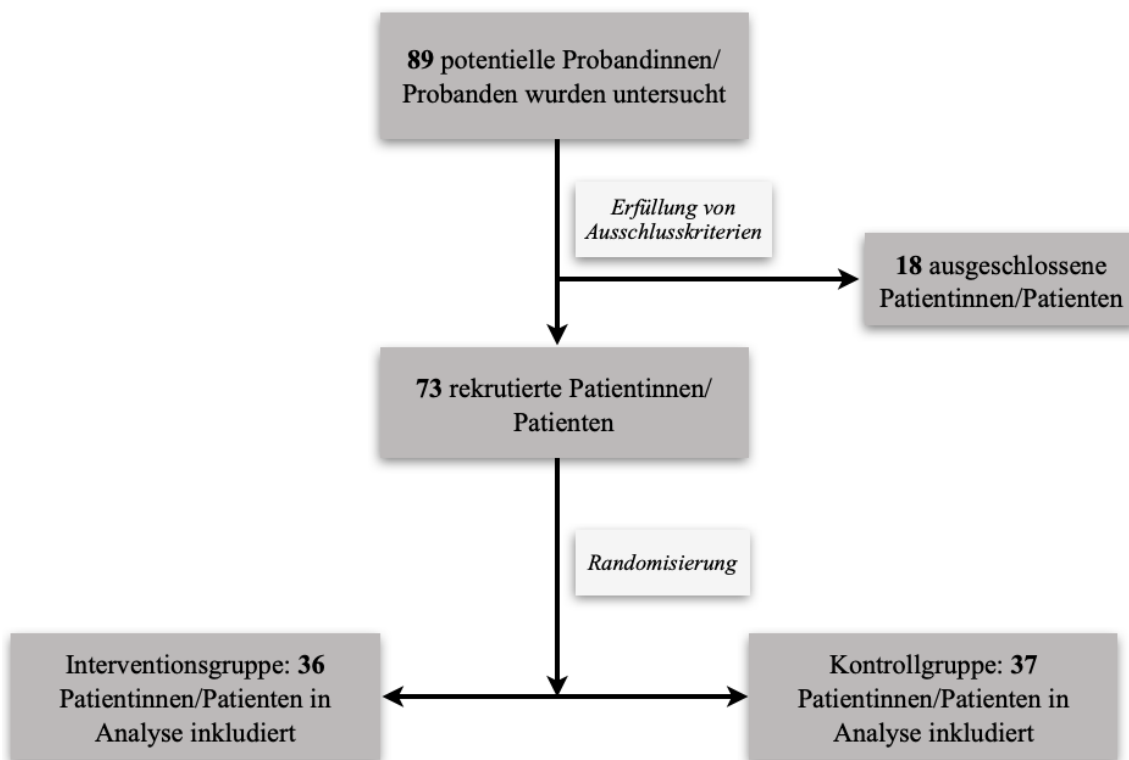


Abbildung 12: Rekrutierung der Patientinnen/Patienten

89 Patientinnen/Patienten kamen als Probandinnen/Probanden für unsere klinische Studie im Zeitraum von Oktober 2019 bis Juli 2020 in Frage, davon konnten wir für unsere Studie 73 Patientinnen/Patienten gewinnen. Diese wurden im Studienverlauf randomisiert und so jeweils einer Gruppe zugeordnet (Interventionsgruppe/Kontrollgruppe).

16 Patientinnen/Patienten kamen aufgrund des Vorkommens von Ausschlusskriterien (siehe Kapitel 2.2.2 Ausschlusskriterien) als Probandinnen/Probanden in weiterer Folge nicht in Frage.

In die Interventionsgruppe wurden 36 Patientinnen/Patienten zugeteilt, hiervon entfiel ein Anteil von 66,7% auf Frauen (24 Teilnehmerinnen), während mit 33,3% (12 Teilnehmer) ein männliches Geschlecht besaßen. Im Mittel konnte das Alter mit $72,2 \pm 8,7$ Jahren angegeben werden. Parallel hierzu wurden 37 Probandinnen/Probanden in die Kontrollgruppe zugeteilt. Ein Anteil von 67,6% entfiel hierbei auf Frauen (25 Probandinnen), das Alter der Probandinnen/Probanden lag bei $69,0 \pm 10,0$ Jahren.

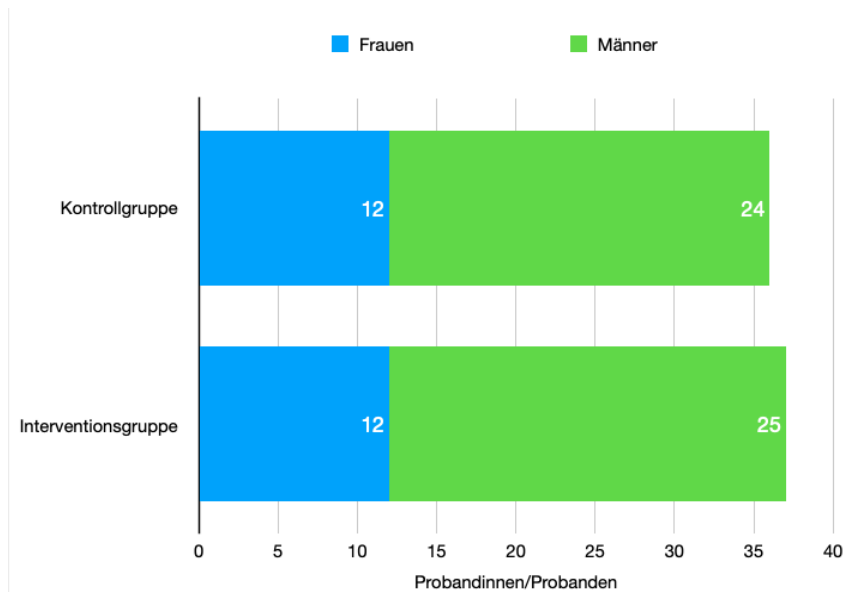


Abbildung 13: Geschlechtsspezifische Verteilung

Der errechnete mittlere BMI der jeweiligen Gruppen lag bei $30,7 \pm 5,9$ in der Interventionsgruppe, während ein Werte von $30,2 \pm 6,5$ in der Kontrollgruppe festzustellen war.

In der Unterteilung der Patientinnen/Patienten in die jeweilige ASA Risikoklassifikation bezüglich des Abschätzens des perioperativen Risikos stellt sich folgendes Bild dar.

		Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	p-Wert
Alter bei Operation (in Jahren)		$72,2 \pm 8,7$	$69,0 \pm 10,0$	$0,154^a$
Geschlecht	Männer	12 (33,3%)	12 (32,4%)	$0,935^b$
	Frauen	24 (66,7%)	25 (67,6%)	
BMI		$30,7 \pm 5,9$	$30,2 \pm 6,5$	$0,743^a$
ASA	1	1 (2,8%)	3 (8,1%)	$0,386^b$
	2	10 (27,8%)	11 (29,7%)	
	3	23 (63,9%)	23 (62,2%)	
	4	2 (5,6%)	0 (0,0%)	
Legende: ^a t-test; ^b chi-quadrat-test;				

Tabelle 5: Unterschiede der demographischen Daten zwischen den einzelnen Gruppen

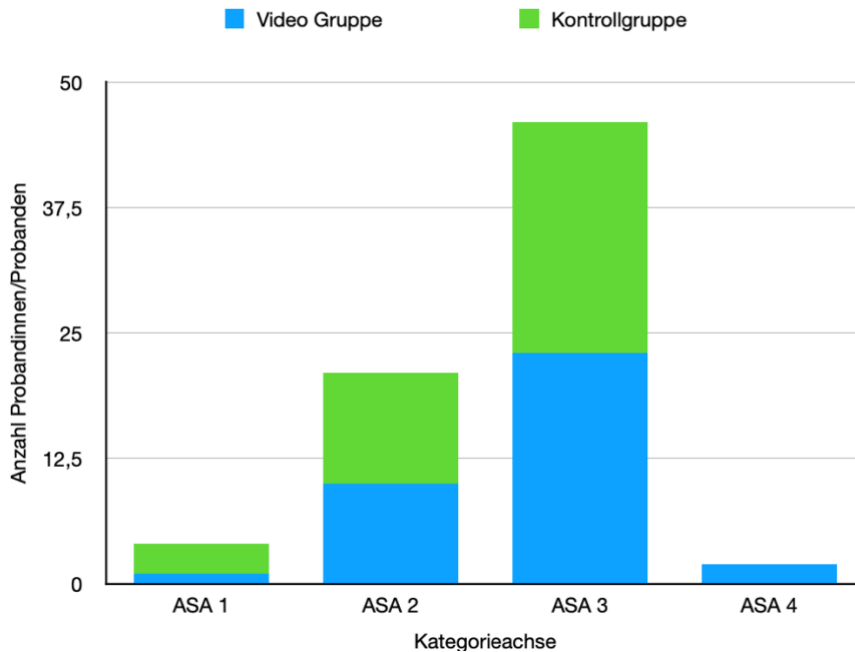


Tabelle 6: Unterteilung in die ASA-Klassifikation

3.2 Analyse des Bewegungsumfanges

Die Ergebnisse zum Vergleich der prä-/postoperativen ROM-Werte zeigt Tabelle 5. Hierbei ist zu erkennen, dass der präoperative Wert der Flexion des Kniegelenkes bei 106,0° (SD 13,4) in der Interventionsgruppe und bei 103,4° (SD 12,1) in der Kontrollgruppe lag.

Ein statistisch signifikanter Unterschied zeigt sich in der Entwicklung der postoperativen Werte in der Interventionsgruppe, so zeigten die Probandinnen/Probanden dieser Gruppe im Mittel postoperative Werte von 99,4° (SD 9,8).

	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	p-Wert ^a
Präoperative Flexion	106,0 (SD 13,4)	103,4 (SD 12,1)	0,388
Postoperative Flexion (nach 6 Wochen)	99,4 (SD 9,8)	101,2 (SD 9,0)	0,423
p-Wert^b	0,008	0,384	
Alle statistisch signifikanten p-Wert Unterschiede wurden fett hervorgehoben			
Legende: ^a ungepaarter t-test; ^b gepaarter t-test; SD, Standardabweichung (engl. „standard deviation“)			

Tabelle 7: Übersicht der prä-/postoperativen Flexionswerte

3.2 Auswertung der prä- und postoperativen KSS

Eine Übersicht über die analysierten Ergebnisse der prä- und postoperativen KSS sind in Tabelle 8 und 9 dargestellt und werden im Folgenden genauer analysiert.

Präoperative klinische Werte	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	p-Wert ^a
Prä nKSS Symptome	11 (7 – 13)	12 (10 – 14)	0,109
Prä nKSS Zufriedenheit	10 (6 – 12)	8 (12 – 16)	0,008
Prä nKSS Erwartungen	13 (12 – 14)	13 (12 – 14)	0,564
Prä nKSS Funktionelle Aktivitäten	29 (21 – 39)	32 (24 – 49)	0,135
Alle statistisch signifikanten p-Wert Unterschiede wurden fett hervorgehoben			
Legende: ^a Wilcoxon-Rangsummen-Test; nKSS, New Knee Society Score			

Tabelle 8: präoperative klinische Werte als Median mit Angabe des Interquartilsabstands (IQR)

6 Wochen klinische Werte	Interventionsgruppe	Kontrollgruppe	p-Wert ^a
6w nKSS Symptome	21 (19 – 23)	21 (19 – 25)	0,382
6w nKSS Zufriedenheit	30 (27 – 35)	30 (27 – 34)	0,874
6w nKSS Erwartungen	11 (9 – 12)	9 (9 – 12)	0,300
6w nKSS Funktionelle Aktivitäten	35 (27 – 46)	49 (38 – 57)	0,012
Alle statistisch signifikanten p-Wert Unterschiede wurden fett hervorgehoben			
Legende: ^a Wilcoxon-Rangsummen-Test			

Tabelle 9: postoperative klinische Werte nach 6 Wochen als Median mit Angabe des Interquartilsabstands (IQR)

3.2.1 Kategorie: Symptome

Bei der Analyse des prä-/postoperativ erhobenen KSS konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden, beide Gruppen stellen sich somit mit einer ähnlichen Stärke der Symptomatik vor. Für die Interventionsgruppe konnte

ein präoperativer Werte von 11 (IQR: 7-13) erhoben werden, in der Kontrollgruppe lag dieser bei 12 (IQR 10-14) (p-Wert: 0,109). Diese Werte veränderten sich bei der postoperativen Analyse des KSS auf 21 (IQR 19-23: Interventionsgruppe) und 21 (IQR 19-25: Kontrollgruppe) (p-Wert: 0,382).

3.2.2 Kategorie: Zufriedenheit

Wie den Werten aus der Tabelle 8 und 9 zu entnehmen ist, lässt sich in beiden Gruppen eine deutliche Verbesserung der KSS-Werte von prä- zu postoperativen Daten entnehmen. Anzumerken ist hierbei die signifikant höhere Zufriedenheit der Patientinnen/Patienten der Interventionsgruppe, im Vergleich mit der Kontrollgruppe.

3.2.3 Kategorie: Erwartung

Nach der Analyse der jeweiligen präoperativen Erwartung der Patientinnen/Patienten lässt sich feststellen, dass die Erwartungshaltung gegenüber der Operation und der einhergehenden Veränderungen der Symptomatik in beiden Gruppen sehr ähnlich ist. Auch die postoperative retrospektive Bewertung dieser Erwartung und ob sich jede nach 6 Wochen postoperativ erfüllt hatte, deckte sich in beiden Gruppen annähernd.

3.2.4 Kategorie: Funktionelle Aktivitäten

Bei der Auswertung der funktionellen Aktivitäten in den einzelnen Gruppen finden sich beide präoperativ erhobenen Werte in einem ähnlichen Bereich (Interventionsgruppe: 29 (21-39); Kontrollgruppe: 32 (24-49)) und weisen somit auf eine gut zu vergleichende funktionelle Aktivität hin.

Im postoperativen Vergleich lässt sich allerdings eine signifikant verbesserte funktionelle Aktivität der Kontrollgruppe feststellen (p-Wert: 0,012).

4 Diskussion

Der Zweck dieser klinischen Studie war es zu überprüfen, ob eine Visualisierung der ROM durch eine intraoperativ aufgenommene Bewegungsaufnahme einer neu eingesetzten KTEP zu einem signifikanten Unterschied in der postoperativen Beweglichkeit des neuen Gelenkes führt. Unsere prospektive klinische Studie ist die Erste, welche sich mit diesem Thema auseinandersetzt. Als Grundlage hierfür dienen die Ergebnisse der ausgefüllten prä- und postoperativen KSS von 73 Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern. Die Kernaussage dieser Studie ist, dass die Demonstration eines Videos zu keiner unmittelbaren Verbesserung des klinischen Ergebnisses führt.

Analysiert man die Verteilung der teilnehmenden Probandinnen/Probanden nach geschlechterspezifischen Merkmalen so lässt sich ein höherer Prozentsatz, der im Zeitraum der Studie operativ versorgten Patientinnen/Patienten am LKH Graz, dem weiblichen Geschlecht zuordnen (66,7% in der Interventionsgruppe; 67,6% in der Kontrollgruppe). Dies deckt sich mit den Ergebnissen der Studie von Srikanth et al., wonach die Prävalenz und die Inzidenz der Gonarthrose beim weiblichen Geschlecht signifikant höher als beim männlichen Geschlecht ausfällt, auch der Anteil der schwereren Krankheitsverläufe findet sich gehäuft bei Frauen (über 55 Jahren) wieder (63). Analog dazu ist der Anteil der operativ versorgten KTEPs bei Frauen ebenfalls erhöht (64). Ein möglicher Grund für den überproportionalen hohen weiblichen Anteil an Gonarthrose kann laut Hanna et al. im erhöhten Verlust von tibialen Knorpelgewebe im weiblichen Knie liegen (65).

In der Kontrollgruppe liegt das erhobene Durchschnittsalter der Probandinnen/Probanden bei $69,0 \pm 10,0$ Jahren, während die Interventionsgruppe im Durchschnitt ein Alter von $72,2 \pm 8,7$ Jahren aufweist. Dies lässt sich mit bestehender Literatur in Einklang bringen und bestätigt das gehäufte Vorkommen von Gonarthrosen sowie die gehäufte Implantation von Knieprothesen im fortschreitendem Alter (19, 64)

Auch das Vorliegen einer Adipositas gilt gemeinhin als ein Risikofaktor für eine Arthrose (und Gonarthrose) und trägt in weiterer Folge als ein Faktor dazu bei, dass Patientinnen/Patienten mit einem BMI >30 , sich häufiger einer KTEP-Operation unterziehen (66, 67). Mit einem berechneten BMI-Wert von $30,7 \pm 5,9$ in der Interventionsgruppe (Kontrollgruppe $30,2 \pm 6,5$) liegt der statistische BMI der

Probandinnen/Probanden in einem präadipösen/adipösen Bereich und unterstützt die obengenannte These in ihrer Aussage.

Nach Durchführung der am LKH Graz stattgefundenen, randomisierten Studie konnte eine Verbesserung der postoperativen Beweglichkeit im neuen Kniegelenk, innerhalb der Interventionsgruppe, nicht beobachtet werden. Hervorzuheben ist hierbei, dass eine Erhebung der postoperativen Werte bereits nach einem Intervall von bereits 6 Wochen stattfand. Ein Hauptaugenmerk dieser Studie bestand im Vergleich der Interventionsgruppe mit der Kontrollgruppe, hierbei konnten keine signifikanten Unterschiede in der postoperativen Beweglichkeit festgestellt werden. Im Vergleich zur präoperativen Beweglichkeit zeigten die Probandinnen/Probanden der Interventionsgruppe 6 Wochen postoperativ eine signifikant (p-Wert: 0.008) schlechtere Knieflexion.

Beide analysierten Gruppen zeigten mit einem präoperativen Flexionsumfang von $106,0^\circ$ (13,4 SD) und einen postoperativen Wert von $99,4^\circ$ in der Interventionsgruppe (12,1 SD), und prä-OP $103,4^\circ$ (12,1 SD); post-OP $101,2^\circ$ (9,0 SD) in der Kontrollgruppe einen ähnlichen Trend in ihrem Verlauf, wie in bestehender Literatur bereits beschrieben. So wird in der Studie von Oka et al., in welcher die Rolle der ROM in der Akutphase nach Implantation einer KTEP als Prognosefaktor für langfristige ROM-Ziele untersucht wurde, von ähnlichen postoperativen Flexionswerten berichtet. Obwohl sich die präoperativ erhobenen Flexionswerte in dieser Studie mit Werten von $122,31^\circ \pm$ bis $125,4^\circ \pm 5,1$ (in den unterschiedlichen Gruppen) deutlich von unseren präoperativ erhobenen Werten unterscheiden, lässt sich in den postoperativen (nach 6 Wochen erhobenen) Flexionswerten eine ähnliche Entwicklung beobachten ($103,0^\circ \pm 10,6$ bis $113,4^\circ \pm 9,2$) (60).

Ebenfalls ähnliche Flexionswerte nach Implantation einer KTEP lassen sich in den analysierten Daten der Studie von Collins et al. finden. Die hier nach 3 Monaten postoperative erhobenen Werte lagen bei $105,4^\circ$ (13.6) und waren somit etwas höher als unsere Werte. Ursächlich hierfür lässt sich beispielsweise der längere beobachtete Zeitrahmen vermuten, mit einem niedrigerem Altersdurchschnitt der untersuchten Population (64.8 (8.9)) lässt sich ebenfalls ein potentieller Faktor für die gefundenen Unterschiede ausmachen (68).

Beachtet werden muss allerdings, dass mehrere Faktoren potenziell auf die final erhobene ROM Einfluss nehmen können. So spielen sowohl intraoperative Determinanten, etwa die

Art der Narkose oder die Balance der Kreuz-/und Kollateralbänder im operierten Knie, als auch weitere Faktoren, wie die individuelle Motivation oder die Art der Rehabilitation, eine Rolle in der Entwicklung der ROM (69).

Insgesamt lässt sich beobachten, dass sich durch die operative Implantation der KTEP, unabhängig der Gruppenzugehörigkeit, die Werte des präoperativen KSS durchweg verbessert haben. Unabhängig davon, ob die Patientinnen/Patienten das intraoperative Video gesehen haben, verbesserten sich postoperativ die Beschwerden, die Zufriedenheitswerte und die Werte für funktionelle Aktivitäten deutlich. Dies steht im Einklang mit den Erkenntnissen mehrerer Studien, wonach sich die Effekte der Implantation einer KTEP vor allem in der Verbesserung der Lebensqualität, der Schmerzsymptomatik und der Funktion zeigen (70).

Beim genaueren Vergleich der einzelnen Gruppen bewerteten die Probandinnen/Probanden der Interventionsgruppe ihre Zufriedenheit präoperativ signifikant höher als in der Vergleichsgruppe, allerdings konnte dieser Unterschied postoperativ nicht beobachtet werden.

Im postoperativen Vergleich beider Gruppen konnte ebenfalls eine signifikant höhere Bewertung der „functional activities“ in der Kontrollgruppe beobachtet werden. In einer von Miner et al. durchgeführten Studie konnte ein Zusammenhang zwischen einem niedrigeren postoperativen Flexionsumfang ($<95^\circ$) nach Implantation einer KTEP (nach 12 Monaten) und einer schlechteren Kniefunktion gefunden werden. Anzumerken ist hierbei, dass die nach 6 Wochen erhobenen Werte nicht den Endzustand darstellen und sich im Laufe des weiteren postoperativen Verlaufes noch verändern können. Im Hinblick auf unsere oben genannten erhobenen Flexionswerte lassen sich hierbei dennoch positive Erwartungen bezüglich der Kniefunktion in beiden untersuchten Gruppen ableiten (71).

Mehrere Limitationen müssen bei der Betrachtung der Ergebnisse der Studie berücksichtigt werden, so wurde die postoperative Erhebung des Fragebogens in der Knieambulanz des LKH Graz von unterschiedlichen Untersucherinnen/Untersuchern durchgeführt und kann so zu Verzerrungen in den Ergebnissen führen. Durch die konsequente Verwendung von standardisierten Fragebögen des KSS wurden solche Abweichungen auf ein Minimum reduziert.

Ebenfalls spielt die derzeitig stattfindende SARS- CoV-2 Pandemie eine Rolle für die Limitationen dieser Studie. So ist es möglich, dass aufgrund der individuellen Veränderung im Lebensalltag der Patientinnen/Patienten, etwa die weniger stattfindende physische Bewegung, seltenere Arzt-Kontroll-Termine und die verringerte Teilnahme an physiotherapeutischen Übungen, das postoperative Ergebnis nachhaltig beeinflussen und den adäquaten Vergleich mit anderen Studien beeinträchtigen könnten. Aus Angst vor einer Infektion mit SARS-CoV-2 könnte es sein, dass die angebotenen postoperativen Unterstützungsleistungen (bspw. Physiotherapie) weniger häufig genutzt wurden. Auch die Erhebung des postoperativen Fragebogens musste ab dem 17.03.2020 auf telefonischem Wege, statt physisch in der Knieambulanz, stattfinden.

5 Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich aufgrund der zuvor genannten Erkenntnisse festhalten, dass im Rahmen der klinischen Studie kein signifikanter Unterschied zwischen der Kontrollgruppe und der Videogruppe festzustellen war.

Trotz der spontanen positiven Resonanz der Patientinnen/Patienten der Interventionsgruppe, konnten wir in unseren Analysen keine signifikanten Verbesserungen in funktioneller Aktivität, Zufriedenheit oder Beschwerden nachweisen. Die weitere Klärung, welche genauen Effekte Patientinnen/Patienten durch die beschriebene Videodemonstration erhalten, müssen weitere prospektive Studien fortführend analysieren.

6 Literaturverzeichnis

1. Knieendoprothetik S.125 , Jerosch J, Heisel J, Tibesku C. Medialer parapatellarer Zugangsweg S.125. 2015.
2. Prescher A. Anatomie des Kniegelenks (Articulatio genus). In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik. Heidelberg: Springer Verlag; 2011. p. 1 - 16.
3. Jerosch J. Endoprothesenrelevante Biomechanik und Pathophysiologie des Kniegelenkes. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku CO, editors. Knieendoprothetik. 2. ed. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2015. p. 5-27.
4. Wurzinger LJ. Untere Extremität - Hüfte, Oberschenkel und Knie. In: Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, et al., editors. Duale Reihe - Anatomie. 3 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014. p. 363-80.
5. Streicher J, Pretterklieber ML. Bewegungsapparat. In: Anderhuber F, Pera F, Streicher J, editors. Waldeyer – Anatomie des Menschen. 19. ed. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG; 2012. p. p. 320-31.
6. Platzer W. Taschenatlas Anatomie - Band 1 Bewegungsapparat. 11. ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2013, S. 206 - 214.
7. Bommas-Ebert U, Teubner P, Voß R. Kurzlehrbuch Anatomie und Embryologie. 2. ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2006, p. 231.
8. Anatomie DR. Kniegelenk (Articulatio genus) S.363 (aus Prometheus LernAtlas. Thieme, 3.Auflage). 2014.
9. Lüllmann-Rauch R, Esther A. Taschenlehrbuch Histologie. 6. ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019, p. 174 - 182.
10. Spanel-Borowski K, Mayerhofer A. Zytologie und Histologie - Grundlagen In: Aumüller G, Aust G, Engele J, Kirsch J, Maio G, Mayerhofer A, et al., editors. Duale Reihe - Anatomie. 3 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014. p. 72 - 5.
11. Hartmann M, Pabst M-A, Dohr G. Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie. 5. ed. Wien: facultas.wuv; 2011, p. 38 - 40.
12. Lüllmann-Rauch TH. Extrazellulärmatrix S. 153. 2015.
13. Anatomie DR. Kreuzbänder des Kniegelenkes (aus Prometheus LernAtlas, Thieme, 3.Auflage), S. 374. 2014.
14. Schünke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Prometheus - Lernatlas der Anatomie, Allgemeine und Anatomie des Bewegungssystem. 4 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014, 482-492.
15. Liener UC, Strecker W, Suger G, Kinzl L. Die physiologischen Achsenverhältnisse der unteren Extremität. In: Strecker W, Keppler P, Kinzl L, editors. Posttraumatische Beindeformitäten - Analyse und Korrektur. Berlin: Springer Verlag; 1997. p. 71-4.
16. Schnurr C, König DP. Achsenfehlstellung Knie. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie: Intensivkurs zur Weiterbildung. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019. p. 611- 8.
17. Jerosch J, Heisel J, Tibesku C. Knieendoprothetik Beinachse S. 14-17 2015
18. Lüring C, Tingart M, Grifka J. Degenerative Gelenkserkrankungen. In: Grifka J, Kuster M, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie. Berlin Springer Verlag; 2011. p. 281 - 99.
19. König DP, Schnurr C. Gonarthrose. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie: Intensivkurs zur Weiterbildung. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019. p. 618 - 23.
20. Pap G, Meinecke I. Ätiologie und Pathogenese der Gonarthrose. In: Wirtz DC, editor. AE - Manual der Endoprothetik Berlin Springer Verlag; 2011. p. 33- 44.

21. Günther K-P, Fickert S. Arthrose. In: Wirth CJ, Mutschler W, editors. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. 2 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009. p. 261-71.
22. Elsen A, Eppinger M, Müller M. Orthopädie und Unfallchirurgie. 97-100 ed. Breisach: Medizinische Verlags- und Informationsdienste 2018,
23. Lützner HJ, Kirschner S, Günther K-P. Epidemiologie und Diagnostik der Gonarthrose. OP-JOURNAL. 2006;22(03):142-7.
24. Niethard FU, Pfeil J, Biberthaler P. Orthopädie und Unfallchirurgie - Duale Reihe. 7 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2014, 578-582.
25. Heisel J, Jerosch J. Gelenkerhaltende Maßnahmen. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku CO, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin: Springer Verlag; 2015. p. 31 - 57.
26. Wilcke A. Gonarthrose In: Winker KH, editor. Facharzt - Orthopädie und Unfallchirurgie. München: Urban & Fischer Verlag - Elsevier; 2011. p. 781 - 99.
27. Wülker N. Knie und Unterschenkel - Gonarthrose. In: Wülker N, editor. Orthopädie und Unfallchirurgie - Taschenlehrbuch. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005. p. 89 - 97.
28. Krämer J, Grifka J, Kleinert H, Teske W. Orthopädie und Unfallchirurgie. 8. ed. Heidelberg: Springer Verlag; 2007,
29. Stukenborg-Colsman C. Degenerative Erkrankungen. In: Wirth CJ, Mutschler W, editors. Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie. 2 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2009. p. 659 - 69.
30. van Dijk GM, Dekker J, Veenhof C, van den Ende CHM. Course of functional status and pain in osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of the literature. Arthritis Care & Research. 2006;55(5):779 - 85.
31. Tibesku CO. Präoperative Planung. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku CO, editors. Knieendoprothetik. 2. ed. Berlin: Springer-Verlag; 2015. p. 105 - 20.
32. Halder AM, Köhler S. Indikation, Untersuchung, Aufklärung und Planung der Knieendoprothese. In: Wirtz DC, editor. AE - Manual der Endoprothetik. Berlin: Springer Verlag 2011. p. 85 - 108.
33. Lüring C, Baumann P, Behrend H, Bähthig H, Harder L, Grifka J. Erkrankungen und Verletzungen von Kniegelenk und Unterschenkel. In: Grifka J, Kuster M, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie. Berlin: Springer Verlag; 2011. p. 759 - 83.
34. Wilharm A, Dwornik G. Klinische Untersuchung des Kniegelenks. In: Hofmann GO, editor. Traumatologisch-orthopädische Untersuchung. München: Urban & Fischer Verlag - Elsevier; 2016. p. 147 - 68.
35. Bewegungssystem PLdA-AAu. Funktionsuntersuchungen des Kapsel-Bandes-Apparates - S.453. 2014.
36. Mora JC, Przkora R, Cruz-Almeida Y. Knee osteoarthritis: pathophysiology and current treatment modalities. Journal of pain research. 2018;11(10.2147/JPR.S154002):2189–96.
37. Hunter DJ, Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis. The Lancet. 2019;393(10182):1745-59.
38. Dadabo J, Fram J, Jayabalan P. Noninterventional Therapies for the Management of Knee Osteoarthritis. The Journal of Knee Surgery. 2019;32:46-54.
39. Messier S, Mihalko S, Legault C, Miller G, Nicklas B, DeVita P, et al. Effects of Intensive Diet and Exercise on Knee Joint Loads, Inflammation, and Clinical Outcomes Among Overweight and Obese Adults With Knee Osteoarthritis. JAMA. 2013;310(12):1263-73.
40. Knieendoprothetik, Jerosch J, Heisel J, Tibesku C. Verteilung der Therapien bei Gonarthrose S.39. 2015.
41. Rönn K, Reischl N, Gautier E, Jacobi M. Current Surgical Treatment of Knee Osteoarthritis. Arthritis. 2011;2011:454873.

42. Schnurr C, König DP. Knie - Endoprothetik. In: Ruchholtz S, Wirtz DC, editors. Orthopädie und Unfallchirurgie - Intensivkurs zur Weiterbildung. 3 ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2019. p. 623 - 34.
43. Flören M, Reichel H. Implantate. In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik. Berlin: Springer Verlag; 2011. p. 57 - 67.
44. Orthopädie und Unfallchirurgie - Intensivkurs zur Weiterbildung R, S., Wirtz, D.C. Isolierte mediale Gonarthrose S. 625.
45. Zeng Y, Yan M, Li H, Zhang J, Wang Y. Does mobile-bearing have better flexion and axial rotation than fixed-bearing in total knee arthroplasty? A randomised controlled study based on gait. *Journal of Orthopaedic Translation*. 2020;20:86-93.
46. Jerosch J. Welche Prothesen für das Kniegelenk gibt es? In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku C, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; 2015. p. 61-96.
47. Tibesku C. Grundzüge der Operationstechnik. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku CO, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin: Springer-Verlag; 2015. p. 135-216.
48. Zhou K, Yu H, Li J, Wang H, Zhou Z, Pei F. No difference in implant survivorship and clinical outcomes between full-cementless and full-cemented fixation in primary total knee arthroplasty: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Surgery*. 2018;53:312-9.
49. Orthopädie und Unfallchirurgie - Intensivkurs zur Weiterbildung R, S., Wirtz, D.C. Pagonarthrose S. 626.
50. Tibesku C. Operative Zugangswege. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku CO, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2015. p. 123-33.
51. Röhrig H. Operation der Kniegelenksendoprothese. In: Wirtz DC, editor. AE-Manual der Endoprothetik. Berlin: Springer Verlag; 2011. p. 127- 39.
52. S.154 K, Jerosch J, Heisel J, Tibesku C. Instrumentationstechniken Ablauf S.154. 2015.
53. Breusch SJ, Krämer K-L. Gonarthrose. In: Volker E, Wentzensen A, Grützner PA, editors. Standardverfahren in der operativen Orthopädie und Unfallchirurgie. 4. ed. Stuttgart: Thieme Verlag; 2014. p. 521- 44.
54. Jerosch J. Postoperative Probleme. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku C, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin: Springer Verlag; 2015. p. 269-82.
55. Heisel J. Postoperative Rehabilitation. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku C, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin: Springer Verlag; 2015. p. 374 - 412.
56. Jerosch J. Postoperative Komplikationen. In: Jerosch J, Heisel J, Tibesku C, editors. Knieendoprothetik. 2 ed. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag; 2015. p. 285-362.
57. Pietsch M, Hofman S. Intra- und postoperative Komplikationen. In: Wirtz DC, editor. AE- Manual der Endoprothetik. Berlin: Springer Verlag; 2011. p. 195 - 210.
58. Kahlenberg CA, Nwachukwu BU, McLawhorn AS, Cross MB, Cornell CN, Padgett DE. Patient Satisfaction after total knee replacement: a systemic review. *HSS Journal*. 2018;14:192-201.
59. Gunaratne R, Pratt DN, Banda J, Fick DP, Khan RJK, Robertson BW. Patient Dissatisfaction following total knee arthroplasty: A systemic review of literature. *The Journal of Arthroplasty*. 2017;32(12):3854-60.
60. Oka T, Wada O, Asai T, Maruno H, Mizuno K. Importance of knee flexion range of motion during the acute phase after total knee arthroplasty. *Physical therapy research*. 2020;23(2):143-8.
61. Kellgren J, Lawrence J. Radiological assessment of osteo-arthrosis. *Annals of the Rheumatic Diseases*. 1957(16):494-501.

62. Scuderi G, Bourne R, Noble P, Benjamin J, Lonner J, Scott W. The new Knee Society Knee Scoring System. *Clinical orthopaedics and related research*. 2012;470(1 (2012)):3-19.
63. Srikanth V, Fryer J, Zhai G, Winzenberg T, Hosmer D, Jones G. A meta-analysis of sex differences prevalence, incidence and severity of osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005;13(9):769-81.
64. Singh J. Epidemiology of knee and hip arthroplasty: a systematic review. *The Open Orthopaedics Journal*. 2011;5:80-5.
65. Hanna F, Teichtahl A, Wluka A, Wang Y, Uguhart D, English D, et al. Women have increased rates of cartilage loss and progression of cartilage defects at the knee than men: a gender study of adults without clinical knee osteoarthritis. *Menopause*. 2009;16(4):666-70.
66. Kulkarni K, Karssiens T, Kumar V, Pandit H. Obesity and osteoarthritis. *Maturitas - An international journal of midlife health and beyond*. 2016;89:22-8.
67. Boyce L, Prasad A, Barrett M. The outcomes of total knee arthroplasty in morbidly obese patients: a systematic review of the literature. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*. 2019;139:553-60.
68. Collins J, Rome B, Daigle M, Lerner V, Katz J, Losina E. A Comparison of Patient-Reported and Measured Range of Motion in a Cohort of Total Knee Replacement Patients. *The Journal of Arthroplasty*. 2015;29(7):1378-82.
69. Bawa H, Wera G, Kraay M, Marcus R, Goldberg V. Predictors of Range of Motion in Patients Undergoing Manipulation After TKA. *Clinical orthopaedics and related research*. 2013;471(1):258-63.
70. Canovas F, Dagneaux L. Quality of life after total knee arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2018;104(1):41-6.
71. Miner A, Lingard E, Wright W, Sledge C, Katz J. Knee range of motion after total knee arthroplasty: how important is this as an outcome measure? *The Journal of Arthroplasty*. 2003;18(3).